

ANNALEN
DER
P H Y S I K.

483-27

HERAUSGEGEBEN
VON
LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR ZU HALLE.

SIEBENTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN

HALLE,
IN DER REINGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1801.

1871

RECEIVED

1871

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, ERSTES STÜCK.

I.

BEITRAG

zur physischen Geschichte der merkwürdigen Winter der Jahre 1798 und 1799

von

CARL WILHELM BÜCKMANN

in Carlsruhe.

Die beiden strengen Winter von 1798 und 1799 gehören unstreitig mit zu den ausgezeichnetsten dieses Jahrhunderts, und es ist daher bei der so allgemeinen Würdigung der Naturkunde überhaupt, und insbesondere auch der Witterungslehre, nicht zu bezweifeln, daß irgend ein thätiger Naturforscher die gewiß interessante Arbeit übernehmen werde, uns auch eine vollständige physische Geschichte dieser beiden Winter zu schenken, so wie einst van Swinden *) uns solche von dem so heftigen Winter von 1776 auf eine musterhafte Weise gab.

*) *Observations sur le froid rigoureux 1776, par van Swinden.*

Um wenigstens einen kleinen Beitrag dazu zu liefern, dränge ich hier, nach dem Beispiele meines Vaters in Absicht des Winters von 1783 auf 84, *) dasjenige kurz zusammen, was ich in *Carlsruhe* während jener Winter in Rücksicht ihres *Anfangs*, ihrer *Stärke*, ihrer *Dauer*, der besondern sie begleitenden *Umstände* und ihrer vornehmsten *Wirkungen* und *Folgen* beobachtet habe.

Nachfolgende kleine Vorerinnerungen dürften vielleicht nicht ganz überflüssig seyn.

Mein gewöhnliches *Beobachtungs-Barometer* ist von einem geschickten Künstler mit aller nöthigen Sorgfalt verfertigt; die Glasröhre hat gegen 2 Linien, der Kolben aber beinahe 16 Linien im Lichten. Das Quecksilber, womit dieses Instrument gefüllt ist, ward aus reinem rothen Quecksilber-Oxyd reducirt, und nach dem Füllen ist es 2 mahl ausgekocht worden. Die Scale ist nach dem genauesten (alt-) französischen Maaße vom Niveau an aufgetragen; ein wohl getheilter Vernier giebt 0,1 einer Linie an, und man kann also leicht $\frac{1}{30}$ einer Linie schätzen.

Das wohl calibrierte, mit gleichem Fleisse verfertigte, vollkommen luftleere *Quecksilber-Thermometer* ist von dem natürlichen Gefrierpunkte an bis zum Siedepunkte, (bei 27 Zoll 8 Linien Baro-

*) *Carlsruher Beiträge zur physischen Geschichte des außerordentlichen Winters vom November 1783 bis April 1784. Von J. L. Böckmann, 1784, bei Macklot.*

meterhöhe,) in 80 gleiche Theile getheilt, hängt durchaus frei, und gerade gegen Norden.

Die *Richtung des Windes* beobachtete ich an 3 empfindlichen Windfahnen auf dem vor mir liegenden fürstlichen Schlosse; doch nahm ich auch Rücksicht auf den Gang der Wolken, auf die Richtung des Rauchs aus den Kaminen, und bei dunkler Nacht fand ich auch wohl durch einen naß gemachten Finger und der daran bemerkten Kühle, die Gegend, woher der Wind kam.

Nach meines Vaters vieljährigen Beobachtungen ist die *mittlere Barometerhöhe für Carlsruhe* 27 Zoll und 8,2 Linien; und der *mittlere Thermometerstand* $9\frac{3}{4}^{\circ}$.

Die *gewöhnlichen Beobachtungen* werden täglich 3 mahl angestellt, nämlich im *Sommer* des *Morgens* um 5 Uhr, im *Winter* um 7 Uhr; des *Mittags* jederzeit um 2; und des *Abends* um 10 Uhr. Ausserdem sehe ich aber noch öfters, besonders bei beträchtlichen Veränderungen in der Atmosphäre, nach den meteorologischen Instrumenten und trage das etwa gefundene Merkwürdige besonders in mein Tagebuch ein. Am Ende eines jeden Monats werden aus den sämtlichen Beobachtungen mittlere Größen gezogen, und aus diesen monatlichen wieder andere für das ganze Jahr, u. s. w. — Und nun sogleich zur *Beschreibung des*

Winters von 1798 auf 99.

Die *mittlern Temperaturen* der Monate *Juni, Juli, August, September* und *October* wa-

ren im Jahre 98 ziemlich übereinstimmend mit den hier aus vieljährigen Beobachtungen gezogenen mittlern Größen. Der höchste Grad von Wärme betrug 28° , und zwar am 4ten August. — Auch im *Barometergange* zeigte sich ebenfalls nichts besonders merkwürdiges.

Allein schon am 14ten *November* bemerkte man das erste Eis, und auf eine noch auffallendere Weise, sank am 25ten November das Quecksilber im Thermometer bis auf -8° herab; dieser frühe Anfang der Kälte liefs uns nicht ohne Wahrscheinlichkeit ihre zukünftige Stärke ahnden.

Die Kälte war indessen nicht anhaltend, sondern nahm schon nach einigen Tagen allmählig ab, und das Thermometer stand nachher bis zum 7ten December über dem Eispunkte. An diesem Tage fing, (mit Eintritt des Neumonds,) das Barometer an zu steigen; der Wind dröhte sich von SW nach NO; das Wetter ward hell, und das Thermometer sank unter den Eispunkt hinunter.

Den 15ten, (gegen das 1ste Viertel,) fiel das Barometer wieder; dagegen stieg das Wärmemaafs einige Grade über den Eispunkt; der Wind kam von W und SW und der Himmel überzog sich.

Den 20ten December, (4ten Tag vor dem Vollmonde,) fing das Barometer an schnell zu steigen und erreichte für dieses Jahr seinen höchsten Stand, nämlich 28 Zoll 3,7 Linien. Das Quecksilber im Thermometer zog sich wieder bis unter den Eispunkt zusammen; die Windfahnen drehten sich

nach N., und der Himmel hellte sich vollkommen auf.

Die sämmtlichen *merkwürdigern Veränderungen* des Thermometers vom 20ten bis 31sten December zeigt nächstfolgende Tabelle.

December 1798.

Tage.	Morgens.	Mittags	Abends.
20.	— $1\frac{1}{2}^{\circ}$	+	0°
21.	— $3\frac{1}{2}$	+	$4\frac{1}{2}$
22.	— $7\frac{1}{2}$	—	2
23.	— $1\frac{1}{2}$	— $3\frac{1}{2}$	5
24.	— $12\frac{1}{2}$	— $10\frac{1}{2}$	14
25.	— $16\frac{1}{2}$	— $12\frac{1}{2}$	18
26.	— 20	— $14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$
27.	— $16\frac{1}{2}$	— $10\frac{1}{2}$	10
28.	— 17	+	4
29.	— 11	— $4\frac{1}{2}$	8
30.	— $8\frac{1}{2}$	— 3	2
31.	— $3\frac{1}{2}$	0	$3\frac{1}{2}$

Die Kälte vom 26ten, (-20° .) ist hier noch *niemahls beobachtet* worden, und es zeichnet sich dieser Winter dadurch vor allen andern aus.

Eben so merkwürdig ist auch die *Abwechselung* in den Temperaturen; denn der Unterschied der Morgentemperatur zwischen dem 23ten und 26ten betrug $18\frac{1}{2}^{\circ}$; und der Unterschied vom 26ten des Morgens bis zum Mittage des 28ten war sogar $21\frac{1}{4}^{\circ}$. Um aber das so Außerordentliche bei dieser Erscheinung desto leichter einzusehen, ist zu bemerken, daß die gewöhnlichen Unterschiede der Temperaturen selbst zwischen den Monaten Juni und December sich nur auf 14 oder 15 Grade belaufen.

Schon am 26ten December war der Rhein an mehrern Orten zugefroren. Der Wind kam fast beständig von NO oder O. Nur am 28ten wehte er von SW, wobei auch das Thermometer auf $1\frac{1}{4}^{\circ}$ über den Eispunkt stieg, und folglich auf einige Stunden Thauwetter einfiel. Am 20ten, 25ten und 28ten fiel etwas Schnee, so, daß die Erde etwa 2 bis 3 Zoll hoch damit bedeckt ward. Vom 27ten an war die Witterung veränderlich.

Das *Barometer* fiel vom 24ten an, wo es auf 28 Zoll 3,7 Linien stand, langsam herab, kam am 28ten bis zu 27 Zoll 3,4 Linien, stieg aber in 24 Stunden schon um 9 bis 10 Linien, und erreichte nach 62 Stunden wieder die Höhe von 28 Zoll 3,6 Linien.

Der mittlere Barometerstand aus 93 Beobachtungen betrug für diesen Monat 27 Zoll 9,7 Linien; die mittlere Temperatur aber $-1,2^{\circ}$. Wir hatten

30 mahl NO Wind

26 — O —

12 — N —

12 — W —

12 — SW —

1 — S —

Ganz klare Tage waren 10, eben so viel trübe, und 11 vermischte, unter diesen waren 6 regnig.

Im *Januar* 1799 blieb der Stand des Quecksilbers in dem Thermometer bis zum 11ten fortdauernd tief unter dem Eispunkte, und kam noch am

2ten und 6ten bis zu -10° herab; der gewöhnliche Stand war des Morgens und Abends -6° bis -8° . Der Wind kam größtentheils aus O und NO; die Barometerhöhe war dabei über 28 Zoll, und der Himmel bis zum 6ten, (Neumond,) hell. In der Folge ward die Witterung düstig und neblig.

Am 11ten, (der 4te Tag nach Neumond,) stieg das Thermometer Mittags einige Grade über den Eispunkt herauf, sank aber am Abend schon wieder und stand am

12ten des Abends	auf	$-8\frac{1}{2}^{\circ}$
13ten des Morgens	—	$-10\frac{1}{2}$
14ten, (1stes Viertel,)	—	11
20sten und 21sten, (Vollmond,)	—	13
22sten	—	$-12\frac{1}{2}$
23sten	—	$-8\frac{1}{2}$

Allein des Mittags stieg das Queckfilber im Thermometer unvermuthet auf $+1\frac{1}{2}^{\circ}$, und das Barometer fing an von seinem bisherigen hohen Stande herabzusinken. Die Temperatur blieb bis zum 29sten, (letztes Viertel,) immer zwischen 2 und 7 Grad über dem Eispunkte. Am 28sten erreichte das Barometer seinen tiefften Stand im ganzen Monate, nämlich 27 Zoll 2,7 Linien, und das Queckfilber im Thermometer stieg bis $7\frac{1}{2}^{\circ}$ über den Eispunkt. Den 29sten war das Barometer wieder bis zu 27 Zoll 8,1 Linien gestiegen, und das Thermometer umgekehrt auf -2° herabgesunken. Bis zum Ende des Monats blieb dann der Stand des Thermometers

und Barometers ohne große Veränderungen abwechselnd.

Während der kalten Tage vom 11ten an, wehten O und NO Winde, und das Wetter war beständig hell. Endlich ging der Wind durch SO nach S und SW, wodurch dann am 28sten volles Thauwetter eintrat.

Der mittlere Barometerstand aus 93 Beobachtungen war für diesen Monat 27 Zoll 11,7 Linien, und die mittlere Temperatur — 4°. Wir hatten

31	mahl	O	Wind
13	—	W	—
12	—	SW	—
9	—	NO	—
6	—	SO	—
2	—	S	—

Es waren 11 klare, 11 trübe und 9 vermischte Tage. Ausser den Tagen vom 6ten bis 12ten, waren auch die zwischen dem 18ten und 22sten neblig. Vom 23sten an regnete es täglich mehr oder weniger, und zuweilen mischte sich auch Schnee darunter.

In den ersten Tagen des *Februars* stand das Barometer ziemlich unter der mittlern Höhe, stieg aber vom 6ten bis 10ten um 11 Linien. Das Thermometer sank dagegen am 9ten wieder bis — 9 $\frac{1}{2}$ ° herab, da es schon vom 5ten an beständig einige Grade unter dem Eispunkte gewesen war. Am 11ten fiel das Barometer während 24 Stunden um 13 Linien, und das Thermometer stieg wieder bis

auf 5° über den Eispunkt. Am 12ten, (1stes Viertel,) stieg das Barometer $9\frac{1}{2}$ Linien, und schwankte dann bis zum Ende des Monats um einige Linien auf und ab.

Das Thermometer blieb seit dem 14ten beständig über dem Eispunkte, und erreichte einigemahl eine Höhe von $+12^{\circ}$. Dabei war die Witterung meistens trübe und feucht, mit Schnee oder Regen vermischt.

Die mittlere Barometerhöhe aus 84 Beobachtungen war 27 Zoll 8,7 Linien; der mittlere Thermometerstand betrug $+2,9^{\circ}$, und die herrschenden Winde kamen von W und SW.

Der Monat *März* zeichnete sich durch nichts besonderes aus. Die mittlere Barometerhöhe war aus 95 Beobachtungen 27 Zoll 8,2 Linien, und die mittlere Temperatur $+3,7^{\circ}$. Die herrschenden Winde wehten von O und NO, wie hier gewöhnlich im Frühjahre. Die Witterung war im Ganzen trocken, hell, windig und rauh.

Der Monat *Mai* war kühl, so daß man vom 16ten bis 19ten gezwungen war, einzuheizen. Die mittlere Temperatur betrug indessen doch $+11$ Grade. — Ich komme nun zur *Beschreibung des*

Winters vom Jahre 1799 auf 1800.

Der vorangegangene Sommer war in Absicht der Temperatur ziemlich kühl und dabei mehr trocken als feucht. Im Juni ward einigemahl der bekannte *Höhenrauch* beobachtet. Die größte Hitze war am

8ten August, an welchem Tage das Thermometer auf $+ 27^{\circ}$ stieg. Der Sommer war also nicht prognostisch für einen kalten Winter.

Das *Spätjahr* war größtentheils ziemlich unfreundlich und regnig. Man war schon in den ersten Tagen des *Octobers* genöthigt, einzufeuern, und am 17ten dieses Monats ward hier das erste Eis bemerkt.

Vom 18ten *November* an stand aber das Thermometer des Morgens gewöhnlich wenigstens auf dem Eispunkte, auch wohl einige Grade darunter, und am 30sten schon auf $- 5^{\circ}$.

Am 12ten *December*, (Vollmond,) kam das Barometer, welches bisher immer ziemlich tief gestanden hatte, wieder bis auf 28 Zoll und 0,2 Linien, und das Quecksilber im Thermometer, welches seit dem 6ten beständig einige Grade über dem Eispunkte gewesen, sank bis $- 3^{\circ}$ herab. Am 17ten stand das Thermometer auf $- 5\frac{1}{4}$, am 19ten, (letztes Viertel,) auf $- 7^{\circ}$, am 20sten auf $- 8^{\circ}$ und am 21sten auf $- 10^{\circ}$.

Jetzt ging der Rhein stark mit Grundeis und fing bereits an, sich an mehrern Orten zu stellen; der Wind war dabei anhaltend NO, und der Himmel mehr trübe als hell.

An den folgenden Tagen war die Kälte um etwas geringer, nahm aber vom 28sten an wieder zu; an den letzten Tagen des Monats beobachtete ich folgende Stände des Thermometers:

Decemb.	Morgens.	Mittags.	Abends.
28	— 11 $\frac{1}{2}$ ^o	— 8 ^o	— 13 $\frac{1}{2}$ ^o
29	— 9 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{2}$	— 7 $\frac{1}{2}$
30	— 12	— 9	— 13 $\frac{1}{2}$
31	— 14 $\frac{1}{2}$	— 8	— 11 $\frac{1}{2}$

Der Himmel war bei dieser beträchtlichen Kälte heiter, und der Wind wehte von NO, das Quecksilber im Barometer stand immer hoch, und erreichte besonders am 30ten und 31sten eine Höhe von 28 Zoll 5,3 Linien; es war also 9 bis 11 Linien über der hiesigen mittlern Höhe, und stand nur gegen 0,7 Linien niedriger als im Jahre 1779, wo es wenigstens seit 33 Jahren, als seit welcher Zeit mein Vater hier schon seine täglichen Beobachtungen anstellte, den höchsten Stand erreicht hatte.

Die mittlere Temperatur dieses Monats war — 3°. Die herrschenden Winde kamen von NO und O. Die Witterung war anfangs neblig; am 18ten fiel der erste Schnee; wir hatten überhaupt trockene und trübe Witterung.

Im Januar 1800 nahm die Kälte ziemlich schnell ab; denn schon am 2ten kam das Thermometer bis nahe an den Eispunkt herauf; es sank indessen in der Nacht wieder bis zu — 3 $\frac{1}{2}$ °. Am 5ten stand es auf — 3°, stieg aber schnell und kam Mittags sogar bis + 7°. Es fand also wieder in 3 bis 4 Tagen ein Unterschied von 21 Graden statt.

Wir hatten in der Folge eine für diesen Monat ungewöhnlich warme Witterung, indem das Thermometer fast immer mehrere Grade über dem Eis-

punkte stand, und nur am 7ten, 15ten, 22ten und 23ten auf $-\frac{1}{2}^{\circ}$ bis $-1\frac{1}{3}^{\circ}$ herabsank.

Seit dem 2ten, (rstes Viertel,) war das Barometer von seinem vorigen hohen Stande schnell gefallen, nämlich innerhalb 2 Tage um 10 Linien.

Die mittlere Temperatur des Monats war aus 93 Beobachtungen $+2,3^{\circ}$. Die Winde wechselten von SW und NO; auch hatten wir mehreremahl den bei uns so seltenen S Wind. Die Witterung war meistens trübe und trocken, und ich beobachtete kaum einen völlig klaren Tag.

Am 6ten *Februar*, (4ter Tag vor dem Vollmonde,) stellte sich die Kälte aufs neue wieder ein. Das Thermometer sank am 9ten, (Vollmond,) auf $-6\frac{1}{2}^{\circ}$ und am 11ten bis auf -7° herab; am 20ten, (4te Tag vor dem Neumonde,) stand es auf $-6\frac{1}{4}^{\circ}$, und blieb überhaupt vom 9ten bis 23ten, (Neumond,) des Morgens beständig mehrere Grade unter dem Eispunkte, ob es gleich des Mittags gewöhnlich bis zu $+2^{\circ}$, auch einigemahl bis zu $+5^{\circ}$, heraufstieg. Am 27ten, (4te Tag nach dem Neumonde,) sank das Quecksilber im Thermometer aufs neue bis -4° , und am 28ten bis -5° herab, und blieb, selbst am Mittage, auf $-1\frac{1}{2}^{\circ}$ stehen.

Das Barometer stand in der ersten Hälfte des Monats gewöhnlich mehrere Linien über seiner mittlern Höhe, in der letzten Hälfte aber auf dieser, oder nur wenige Linien darunter. Sein höchster Stand war am 4ten 28 Zoll 2,3 Linien, sein tiefster am 23ten 27 Zoll 1,4 Linien.

Die mittlere Temperatur aus 84 Beobachtungen betrug $+ 0,3^{\circ}$. Der Wind kam meistens von NO; die Witterung war hell, einigemahl schneite und regnete es, wiewohl im Ganzen sehr wenig.

Es hielt die in den letzten Tagen des Februars eingetretene Kälte bis gegen den 16ten März an. Es stand das Thermometer am

6ten	auf	$- 6\frac{1}{2}^{\circ}$
7ten	—	$- 8$
8ten	—	$- 5\frac{1}{2}$
9ten	—	$- 7$
10ten	—	$- 7\frac{1}{2}$
11ten, (Vollmond,)	—	$- 1$

An diesem Tage fing sich die Kälte an zu brechen, das Thermometer zeigte Mittags schon über $+ 3^{\circ}$, stand am 12ten Morgens auf 0° , am 17ten, (letztes Viertel,) kam das Quecksilber Morgens endlich wieder auf $+ 3$ und Mittags sogar auf $+ 9\frac{1}{2}$. Indessen war es am 20ten Morgens aufs neue bis $- 2\frac{1}{2}$, und am 23ten bis $- 5^{\circ}$ herabgesunken. Von nun an stellte sich aber allmählig die Frühlingswärme ein, und am 28ten hatten wir Mittags schon eine Temperatur von $+ 14\frac{1}{2}^{\circ}$.

Die mittlere Temperatur für diesen Monat betrug nach 93 Beobachtungen nur $+ 2,1^{\circ}$. Wir hatten gewöhnlich N, NO, und O Winde. Es fiel einigemahl, z. B. am 3ten, 4ten, 21ten und 22ten, etwas wenigcs Schnee, der aber nur einige Stunden liegen blieb. Es regnete sehr wenig, die Witterung

war überhaupt mehr hell als trübe, und an den letzten Tagen des Monats bereits sehr angenehm.

Während des ganzen *Aprils* stand das Thermometer fortdauernd über dem Eispunkte; ja, es kam am 8ten des Mittags schon bis auf $+ 19\frac{1}{2}^{\circ}$, und in der Folge stand es Mittags gewöhnlich zwischen 16 und 22° ; selbst während der Nacht blieb es gewöhnlich auf $+ 10^{\circ}$.

Der Gang des Barometers zeigte nichts ausgezeichnetes.

Die mittlere Temperatur war nach 90 Beobachtungen $+ 11,5^{\circ}$. Die Winde kamen beinahe ununterbrochen von W und SW. Die Witterung war ziemlich veränderlich und nur mittelmäßig feucht. Gegen Ende des Monats hatten wir einige schwüle Tage, mehreremahl kurze Gewitterregen und Wetterleuchten. Am 29sten Abends $\frac{1}{2} 8$ Uhr zog sich von SW her schnell ein Gewitter zusammen, es entstand ein sehr heftiger electricischer Wind; es blitzte häufig und ungemein stark, und dennoch hörte man nur Einmahl ganz in der Ferne einen schwachen Donner.

So war denn der Uebergang von dem Winter bis zum vollsten Frühling äußerst schnell, und daher gewiss auch merkwürdig. Schon am 13ten April standen die, sonst gewöhnlich zu sehr verschiedenen Zeiten blühenden, Obstbäume fast zugleich in voller Blüthe, und die Blätter an allen Arten von Bäumen kamen zusehends hervor.

Die mittlere Temperatur für den Monat *Mai* betrug nach 93 Beobachtungen $+ 14^{\circ}$, und daher 1° mehr als sonst gewöhnlich. Am 17ten kam bereits das Korn, und am 26sten diejenigen Weinstöcke, welche eine mittägliche Lage haben, in die Blüthe; letztere blühten voriges Jahr erst am 1sten Juli.

Der Monat *Juni* war ausgezeichnet kühl; denn die mittlere Wärme betrug nach 90 Beobachtungen nur etwas über $+ 12^{\circ}$, also 5° weniger als in gewöhnlichen Jahren, und nicht ganz 1° mehr als jene vom Monat April. Besonders kühl waren die Tage vom Neumonde bis zum Vollmonde, (vom 7ten bis 22sten.) Die mittlere Temperatur für diese Tage insbesondere beträgt nur $10\frac{1}{2}^{\circ}$. Am 12ten stand das Thermometer früh um 4 Uhr nur auf $+ 4\frac{1}{2}^{\circ}$; man beobachtete auch hie und da Wasserreifen, und war genöthigt, mehrere Tage, so wie voriges Jahr am 17ten und 18ten Mai, einzuheizen. Es zeigten sich auch Spuren vom Höhenrauche, die Sonne erschien bei ihrem Untergange gewöhnlich in Dünste gehüllt und purpurroth.

Das Barometer zeichnete sich durch nichts besonderes aus; das Quecksilber in demselben stand gewöhnlich einige Linien über der mittlern Höhe. Die Winde kamen mehr von W und SW als von N. Die Witterung war veränderlich und für die Blüthe des Weinstocks sehr nachtheilig.

Im *Juli* betrug die mittlere Temperatur nur $14\frac{1}{2}^{\circ}$, und war daher um $1\frac{1}{2}^{\circ}$ geringer als in gewöhnli-

chen Jahren. Der Barometer-Stand war anhaltend hoch, so daß seine mittlere Höhe $27'' 11,7'''$ betrug. Die Winde kamen beinahe immer aus nördlichen und östlichen Gegenden, denn ich zähle unter 93 Beobachtungen allein 40mahl N und 20mahl NO oder O. Wir hatten fast durchaus einen wolkenfreien Himmel, obgleich öfters ein trockner Dunst, wie ein Höhenrauch, die Luft etwas undurchsichtig machte.

Es regnete nur an Einem Tage, nämlich am 22ten, auch da nur einige Stunden lang, und das Regenmaß gab nicht ganz eine Linie gefallenes Wasser an. Dadurch entstand denn gegen Ende des Monats bereits eine für die Vegetation sehr nachtheilige Trockne. Die Erndte des Rockens, Weizens und der Gerste, welche im vorigen Jahre erst zu Anfang Augusts statt hatte, fing diesen Sommer schon am 15ten Juli an.

Während der ersten Hälfte des *Augusts* war zwar die Mittagswärme beträchtlich, allein die Nächte doch kühl, so daß die mittlere Temperatur bis zum 15ten kaum 14° betrug, und daher um 2° geringer als nach der mittlern GröÙe für diesen Monat gerechnet wird. Vom 15ten an nahm aber die Hitze außerordentlich zu, so daß das Thermometer Nachmittags $\frac{1}{2}$ 3 Uhr bis auf 29° stieg; eine Hitze, die nur um $\frac{1}{3}^{\circ}$ geringer ist, als die von den Jahren 1783 und 1788, welche die größte war, die hier jemahls beobachtet ward.

Das Barometer stand fortdauernd beträchtlich über seiner mittlern Höhe, und lag erst gegen den zosten, (Neumond,) an um einige Linien zu fallen.

Die Winde waren auch in diesem Monate auf eine außerordentliche Weise fortdauernd nördlich und östlich, und der Himmel unbewölkt, obgleich öfters ziemlich dunstig. Die Electricität war sehr stark, und doch hatten wir in beiden Monaten noch kein einziges Gewitter gehabt; nur einigemahl sah man Nachts ein Wetterleuchten.

Da es bereits seit 58 Tagen nur einmahl, und auch da nur unbedeutend, geregnet hatte, und wir zuvor schon ziemlich lange keine eigentlich nasse Witterung gehabt hatten, so ward die Dürre so groß, daß in vielen Ortschaften die Brunnen versiegeten, und viele Bäche so wenig Wasser gaben, daß manche Gemeinde ihre Früchte auf 10 Stunden weit zur Mühle schicken mußte. Der Rhein und andere kleine Flüsse waren niedriger als bei Menschenkenken, und das Schifften und Flößen ward zum Theil unterbrochen.

Das Gras auf den Wiesen war gleichsam versengt, und daher die 2te Heuerndte gänzlich verloren; die Pflanzen in den Gärten und auf den Feldern standen größtentheils völlig verdorrt. Das Obst fiel in großer Menge ab, und die Blätter an mancherlei Bäumen wurden wie im Herbst gelb und fielen herunter.

Es geriethen in unserer Gegend mehrere Wälder in Brand, wovon die Veranlassung noch nicht be-

kannt ist. Besonders verderbend war ein solcher in der Gegend des Murythals im Schwarzwalde, der 2 bis 3 Wochen fort dauerte, ungeachtet viele tausend Menschen bemüht waren, ihn zu löschen. Es ging hierdurch ein District von 6 bis 7 Stunden in der Länge und 3 bis 4 Stunden in der Breite mit vielen 1000 Klastern schon gehauenen Brennholzes und einer grossen Anzahl Holländerstämme verloren, so dafs man den Schaden auf einige Millionen Gulden rechnet. —

Erst gegen den Neumond fing der Wind an veränderlich zu werden, und sich gegen W und SW zu wenden; und am 20ten und 21sten bekamen wir endlich, nach einer so langen Hitze und Dürre, einige leichte und bald vorübergehende Gewitter, welche sich nachher in sehnlichst gewünschten Regen auflösten, und die Atmosphäre so abkühlten, dafs das Thermometer den 22sten Morgens nur auf 12° stand, und also ein Unterschied von 18° Statt fand.

Um nun die Kälte der so eben beschriebenen beiden Winter mit der in *andern Jahrgängen*, vorzüglich auch in Rücksicht der *Stärke* und *Zeit*, in die der höchste Grad fiel, besser *vergleichen* zu können, dürften vielleicht nachstehende Beobachtungen dienlich seyn. Es ward nämlich in *Carlsruhe* die grösste Kälte beobachtet in den Jahren:

1781 am	6ten Januar	— 7°
1787 —	2ten December	— 7
1780 —	9ten Januar	— 11
1789 —	29ten December	— 11
1779 —	9ten Januar	— 11,5
1782 —	17ten Februar	— 14
1786 —	11ten März	— 14
1799 —	31sten December	— 14,7
1785 —	1sten März	— 15,7
1776 —	29ten Januar	— 16,3
1784 —	31sten Januar	— 17,5
1788 —	18ten December	— 18,5
1783 —	30sten December	— 19
1798 —	26ten December	— 20

Der Grad der Kälte von 1798 ist also unstreitig wohl der höchste, welcher in unsern Gegenden jemahls *beobachtet* ward. Und es ist merkwürdig, daß die größte Kälte, und insbesondere, wenn solche von ausgezeichnete Stärke war, fast immer schon in den Monat December fiel, da sie, nach sonst gewöhnlich angenommenen meteprologischen Grundsätzen, erst im Januar Statt haben sollte.

In Absicht der *Dauer* dieser Winter bemerke ich, daß das Thermometer vom 20sten December 1798 bis zum 23sten Januar 99 nur 3mahl, und zwar auf kurze Zeit, einige Grade über den Eispunkt heraufkam.

Zählet man ferner die Anzahl der beobachteten Grade von Kälte dieser 33 Tage zusammen, und berechnet daraus die mittlere Temperatur für dieselben, so finden wir, daß sie nur — 6,1° betrug. Dagegen beobachtete ich im Winter von 1799 auf

1800 nur 23 solcher aufeinander folgender Frosttage, nämlich vom 12ten December bis zum 4ten Januar, und die mittlere Temperatur für diese Zeit betrug -5° .

Vergleicht man noch die aus *mehrfährigen* Beobachtungen gefundenen *mittlern Temperaturen* für die 4 Wintermonate, mit den mittlern Temperaturen der nämlichen Monate von den Wintern 1783 auf 84, von 1788 auf 89, von 1798 auf 99 und von 1799 auf 1800 nach folgender Tabelle:

Monate.	Mittlere Temper. aus meh- rern Jah- ren.	Mittlere Temper. v. Jahre 1783 auf 84.	Mittlere Temper. v. Jahre 1788 auf 89.	Mittlere Temper. v. Jahre 1798 auf 99.	Mittlere Temper. v. Jahre 1799 auf 1800.
Decemb.	+ 1,7°	- 3,3°	- 7,3°	- 1,2	- 3,0°
Januar	- 0,5°	- 4,9°	- 1,1°	- 4,0	+ 2,3°
Februar.	+ 1,2°	- 1,2°	+ 3,8°	+ 2,9	+ 0,3°
März.	+ 5,6°	+ 2,8°	+ 1,3°	+ 3,6	+ 2,1°

so ergibt sich daraus folgendes:

1. dafs der *Winter* von 1783 auf 84 an *Dauer* die übrigen übertraf;
2. dafs der *December* vom Jahre 1788 am *kältesten*, hingegen der vom Jahre 1798 am *gelindesten* gewesen;
3. dafs der *kälteste Januar* im Jahre 1784 gewesen; dafs ihm der von 1799 ziemlich nahe gekommen, und dafs dieser Monat im Jahre 1800 verhältnißmäfsig warm gewesen sey;
4. dafs der *kälteste Februar* im Jahre 1784, der *gelindeste* aber im Jahre 1789 gewesen;

5. daß der Monat *März* in allen diesen Jahrgängen *ungewöhnlich kalt*, und zwar im Jahre 1789 am *kältesten*, im Jahre 1799 aber am *gelindesten* war.

Ich wünschte ferner auch noch die *Summe der Wärmegrade* vom 21sten *December* bis 20sten *März* zu wissen, berechnete daher solche aus den Beobachtungen mehrerer Jahre, und fand sie für die hiesigen Gegenden $+ 158^{\circ}$. Dagegen erhielt ich für den Winter von 1798 auf 99, $- 163^{\circ}$, folglich 321 Wärmegrade weniger; und für den Winter von 1799 auf 1800, $+ 38$, also 120° weniger als in gewöhnlichen Jahren, welche fehlende Wärme dem Erdboden durch besonders folgende heiße Tage wieder ersetzt werden muß, wenn nicht anders für Pflanzen-Oekonomie beträchtliche Folgen entstehen sollen,

Die nachstehende Tabelle gewährt eine allgemeine vergleichende Uebersicht der vorzüglichsten bisher einzeln angegebenen Beobachtungen und Resultate.

Winter	von 1781 auf 1784.	von 1788 auf 1789.	von 1798 auf 1799.	von 1799 auf 1800.
Größte Kälte.	am 18t. Dec. - 19°	am 30st. Dec. - 18,5°	am 26st. Dec. - 20°	am 31st. Dec. - 14,7°
Mittlere Tempera- turen für				
December	- 3,3°	- 7,3°	- 2,2°	- 3,0°
Januar	- 4,9	- 1,1	- 4,0	+ 2,3
Februar	- 1,2	+ 3,8	+ 2,9	+ 0,3
März	+ 2,8	+ 1,3	+ 3,6	+ 2,1
Anzahl der Tage, wo das Thermom. während des gan- zen Winters über- haupt unter dem Eispunkte stand.	110	90	77	81
Größte Anzahl auf einander folgender Frosttage, nur mit unbedeutenden wenigen Ausnah- men.	73	55	35	23
Mittlere Temperat. für die Tage.	- 4,0	- 6,3	- 6,1	- 5
Summe - der vom 21sten Decemb. bis 20sten März Statt gehabten Wärme- grade.	- 206°	+ 28 *)	- 163	+ 38°
Unterschiede die- ser Grade von den sonst gewöhnli- chen.	- 364°	- 130°	- 321	- 120

*) Da im Winter von 1788 auf 89 die Kälte schon früh im November eintrat, und bereits in der Mitte des Januars größtentheils vorüber war, so konnte man, anstatt vom 21sten December bis 20sten

Es ergibt sich hieraus, daß die Anzahl der auf einander folgenden Frosttage im Winter von 1783 auf 1784 gröfser als in allen übrigen Jahrgängen, daß aber die Stärke der Kälte während dieser Tage im Winter von 1783 auf 1784 *kleiner*, als in den andern Jahrgängen war; und daß die mittlere Temperatur dieser Tage in den Wintern von 1788 auf 89 und von 1798 auf 99 sich fast gleich kömmt, doch mit dem Unterschiede, daß im erstern Winter 55 solcher Tage, im letztern aber nur 35 Statt hatten.

Die beiden Winter von 1783 auf 84 und 1788 auf 89 zeichneten sich vorzüglich auch noch durch die *ungeheure Menge des gefallenen Schnees* vor den beiden andern aus. Im Winter 1783 schneiete es einigemahl 60 bis 80 Stunden ununterbrochen fort, so, daß der Schnee in der Ebene 3 Fufs hoch lag; man konnte damahls überhaupt die mittlere Höhe des vom 28sten December bis 2ten April gefallenen Schnees, (während welcher Zeit es 31mahl geschneit hatte,) auf $4\frac{1}{2}$ Fufs rechnen.

Was endlich die mancherlei, theils *unmittelbaren*, theils *mittelbaren Wirkungen und Folgen* dieser beiden auf einander folgenden Winter, sowohl auf die *unorganische Natur*, als auch auf *Thier-* und

März zu zählen, die Anzahl der Grade vom 21sten November bis 20sten Februar berechnen, in welchem Falle man für jene $+28$, -704° bekäme.

B.

Pflanzen-Oekonomie betrifft, so waren sie in mancherlei Rückficht auffallend, und gaben auch denen von den Wintern von 1783 auf 84 und 1788 auf 89 wenig nach.

Die Stärke, womit die Kälte in Häuser, Keller u. s. w. eindrang, läßt sich nicht wohl allgemein und ganz bestimmt angeben, da in jedem einzelnen Gebäude besondere Lokalumstände mannigfaltige Veränderungen veranlassen. So gefroren z. B. hier und da in sonst wohlverwahrten Kellern mineralische Wasser, Bier u. s. w. in zugestopften Krügen. In einem verschlossenen Schranke auf dem Vorsaale des fürstlichen physischen Kabinets, der keinem Durchzuge ausgesetzt war, fand ich reines Wasser, Kalkwasser, verschiedene salzige Auflösungen in Wasser, schweflige, schwach gewässerte Säure, und verschiedene Auflösungen von Metallen in Säuren, welche Flüssigkeiten sämmtlich in gläsernen wohlverschlossenen Gefäßen aufbewahrt sind, mehr oder weniger vollkommen in Eis verwandelt. Jedoch blieben die salzige Säure, die (vollkommene) Schwefelsäure, die gewässerte und rauchende, so wie die weisse, Salpetersäure flüßig.

In mehrern starken Flaschen, welche theils ganz mit Wasser, theils mit Gasarten und Wasser gefüllt waren, und die in einem unmittelbar neben einem geheizten liegenden Zimmer aufbewahrt wurden, gefror das Wasser durchaus, wodurch die Gefäße zum Theil in viele Stücke zersprengt wurden.

An einer Brücke in unserer Stadt, welche erst im Spätjahre erbaut worden war, waren verschiedene grofse Quadersteine, vermuthlich von der darin noch vorhandenen Feuchtigkeit, in kleine Platten, nach parallelen Richtungen, zersprengt worden.

Da die Erde, nicht einmahl überall, nur einige Zoll mit Schnee bedeckt war, welcher, wie bekannt, ein schlechter Leiter der Wärme, und daher eine so vortheilhafte Bedeckung für den Erdboden ist, so war man nicht ohne Grund für die Gewächse im Freien sehr besorgt. Bei meinen vielfältigen Untersuchungen, *wie tief die Erde gefroren sey*, fand ich sehr verschiedene Resultate, welches wahrscheinlich theils von der Bedeckung mit Schnee, Laub oder Rasen, theils aber von der mehr oder weniger gegen den Zug des Windes geschützten Lage überhaupt, und endlich von der besondern Beschaffenheit der Erde selbst, herzuleiten ist. So beobachtete ich z. B., dafs schwere thonartige Erde, mit Schnee und Laub bedeckt, nur 11 bis 12 Zoll tief, unbedeckte Stellen aber 18 Zoll weit gefroren waren. Im leichtern Sandboden drang die Kälte bis 32 Zoll tief ein, und also nur 4 Zoll weniger als im Winter von 1783 auf 84.

Bei der heftigen Kälte des Decembers 1798 zersprangen in der Stadt und in den benachbarten Wäldern Kastanien- und Eichbäume mit großem Krachen. Die Obstbäume hatten aber, mit Ausnahme der Pflsichen und Aprikosen, wenig gelitten, da hingg-

gen in den Wintern von 1783 und 1788 ein großer Theil derselben erfroren war.

Der Winterkohl und andere sonst im Freien ausdauernde Pflanzen waren fast allgemein zu Grunde gegangen.

Vorzüglich nachtheilig wirkte aber die große Kälte von 1798 auf die Weinstöcke; denn man war in unsern Gegenden beinahe allgemein genöthigt, das Holz am Boden abzuschneiden, und nur diejenigen wurden gerettet, welche man im Spätjahre niedergebogen und bedeckt hatte. In dem letzten Winter, von 1799 auf 1800, litt aber der Weinstock keinen Schaden; und wir würden eine außerordentlich reiche Weinlese bekommen haben, wenn nicht die rauhe, und zum Theil regnige, Witterung während der Blüthe und die darauf folgende Dürre diese Hoffnung, wenigstens für manche Gegend, sehr geschwächt hätten.

In unserer Nachbarschaft kamen einige Menschen, so wie in den Waldungen mehrere Stücke Wild, durch die strenge Kälte ums Leben. Auch fielen an verschiedenen Orten Vögel, von Kälte und Hunger ermattet, sterbend aus der Luft. Raben und andere ziemlich scheue Vögel flogen schaaarenweise in die Stadt herein, und man konnte sie mit leichter Mühe fangen.

Während jener kalten Wintertage fand ich die *Electricität der Atmosphäre* sehr stark; und nach vielen Prüfungen im *Sauerstoffmesser*, (Eudiometer,)

zeigte sich ihr *Gehalt an Sauerstoffgas* wirklich *größer*, als sonst gewöhnlich.

Am 26sten December 1798, Abends, da das Thermometer auf -15° stand, brachte ich durch künstliche Kälte, vermittelt eines Gemenges von Schnee und salzigsaurem Kalke, das Quecksilber binnen einigen Minuten zum Gefrieren; ein Wein-geist-Thermometer zeigte in dem erkälteten Gemenge -40° R.

Der nämlichen Kälte setzte ich in schicklichen Apparaten *Sauerstoffgas*, *Stickstoffgas*, (durch Schwefelkali-Auflösung, wie auch durch hinlängliches Schütteln eines Bleiamalgama, aus der atmosphärischen Luft abgeschieden,) *Wasserstoffgas* und *Salpetergas* aus, um zu beobachten, ob vielleicht der mit den Grundlagen jener Gasarten chemisch gebundene Wärmestoff ihnen entzogen werden könnte? Allein die Hauptresultate gingen dahin, daß nur eine *verhältnißmäßige Verdichtung der Gasarten* Statt hatte.

Während der anhaltenden Kälte im December 1798 froren die kleinern Flüsse, und endlich auch der Rhein, größtentheils zu. Das Eis ward auf demselben 17 bis 19 Zoll dick, und man fuhr häufig mit schwer beladenen Wagen darüber. Bei dem am 28sten Januar 1799 eingetretenen schnellen Thauwetter, entstand durch das Gewässer der kleinen Bäche und Flüsse, welche aus den Schwarzwalds-Gebirgen kommen und sich in unsrer Nachbarschaft in den Rhein ergießen, vorzüglich in dem schönen

Gernsbacher Thale, ein beträchtlicher Schaden, da fast alle Brücken zerstört und eine Menge Holländerholz mit fortgeschlemmt ward. Der Rhein selbst schwoh durch den grossen Zufluss von Wasser am 30st. Januar 1799 ganz ausserordentlich an, stand 15 bis 17 Fufs über dem mittlern Maasse, und daher nur einige Fufs niedriger als bei seinem höchsten Stande, welchen man in diesem Jahrhundert hier beobachtet hat. Dennoch ging bei den getroffenen zweckmässigen Anstalten die befürchtete Wassergefahr glücklich vorüber.

Durch gütige Mittheilung unsers verdienstvollen Hrn. Oberhofraths Schweickhardt bin ich im Stande, nachfolgende Bemerkungen in Rücksicht der Wirkung der Winterkälte vom Jahre 1798 auf 99 auf das Gesundheitswohl der Menschen anzugeben. Dieser thätige und einsichtsvolle Arzt beobachtete nämlich:

1. dafs von Ausgang Decembers 1798 bis gegen die Mitte des Januars 99 reine idiopathische Entzündungsfieber, z. B. der Brust, der Leber u. s. w., welche hier eben nicht häufig sind, Statt hatten;
2. dafs zum Blutspieien geneigte und überhaupt an der Brust leidende Personen, besonders an jenen kältesten Tagen, sich übler befanden, welches sehr für die neue Theorie der Respiration zu sprechen scheine;
3. dafs die schon seit mehrern Jahren gegen den Monat Februar beobachteten schlimmen Fie-

ber, *Synochus putris* oder auch *typhus*, bis Ausgang Aprils ganz ausblieben;

4. daß die *Pocken*, welche in *Rastadt*, (5 Stunden von hier,) bei der strengen Kälte herrschten, ungeachtet des großen Verkehrs von dort hierher, gar nicht zu uns kamen, obgleich die *Masern*, der gewöhnliche Vorläufer der Pocken, hier, jedoch äußerst gutartig, herrschten;
5. daß auf die Gesundheit der Thiere die große Kälte keine besondern Folgen gehabt zu haben scheine. So hörte man auch nichts von *wüthenden Hunden*, obgleich diese fürchterliche Krankheit zum Theil von heftiger Kälte herrühren soll. — —

Uebrigens scheint mir die Beobachtung, daß auch diese beiden kalten Winter von *Erdbeben* und *vulkanischen Ausbrüchen* begleitet gewesen, der Aufmerksamkeit der Naturforscher nicht unwerth zu seyn; und dies um so mehr, da uns die Geschichte mehrere ähnliche Beispiele liefert. — Geschehen hier vielleicht durch die, im Innern der Erde vorgehenden chemischen Prozesse, welche uns nur durch Ausbrüche von Vulkanen, Erdbeben und andere ähnliche Erscheinungen an der Oberfläche bemerkbar werden, solche Veränderungen in der Atmosphäre, wodurch *weniger freie Wärme* wirken kann? Oder wird etwa durch die, bei jenen Prozessen Statt habenden ungeheuren *Dampf-* und *Gasbildungen* so viel freie Wärme gebunden? Oder finden beide Umstände mehr oder weniger gemeinschaftlich Statt??—

Es verdient dieses wohl eine genauere Untersuchung und Nachforschung, und ich habe mir daher vorgenommen, in dieser Rücksicht die Geschichte der vorzüglichsten kalten Winter älterer und neuerer Zeit, *) so wie die Beschreibungen grosser Erdbeben und vulkanischer Eruptionen durchzugehen, um zu erforschen, in wie fern diese Erscheinungen vielleicht als Ursache und Wirkung von einander angesehen werden können.

Verschiedene Naturforscher haben sonst wohl auch *viele* und *grosse Sonnenflecken* als die Ursache von der Kälte in der Atmosphäre angeben wollen, und sogar die Menge der Wärme berechnet, welche uns durch jene immer noch räthselhafte Erscheinungen entzogen werden sollte. So wenig ich es auch wagen mag, mich über diese Vermuthung entscheidend zu erklären, so verdient es doch wenigstens

*) Unter diese gehören folgende Jahre: 554, 670, 717, 763, 824, 859, 864, 881, 913, 922, 928, 993, 994, 1022, 1126, 1143, 1149, 1205, 1206, 1234, 1250, 1251, 1257, 1287, 1295, 1323, 1361, 1385, 1391, 1399, 1434, 1442, 1457, 1464, 1468, 1480, 1482, 1502, 1511, 1514, 1543, 1552, 1564, 1568, 1575, 1608, 162 $\frac{1}{2}$, 162 $\frac{1}{2}$, 1655, 1670, 1684, 1709, 1716, 1729, 1731, 1732, 1740, 1742, 1745, 1746, 1747, 1748, 1749, 1751, 1754, 1755, 1757, 1758, 1759 auf 60, 1763, 176 $\frac{6}{7}$, 176 $\frac{7}{8}$, 1774, 1776, 178 $\frac{1}{2}$, 178 $\frac{2}{3}$, 179 $\frac{1}{2}$. S. *Journal de Physique*, An VIII, Germinal, S. 282. *Lettres sur les grands Hivres, adressées au C. Cotte, par van Swinden*, Professeur à Amsterdam. B.

hier bemerkt zu werden, daß seit vielen Jahren die Sonnenscheibe vielleicht nie so rein von Flecken erschien, als gerade zur Zeit der letztern kalten Winter, worüber selbst Herr La Lande sich öffentlich äußerte. Und dennoch waren im Ganzen die Sommer nicht besonders heiß, und die Winter im Gegentheile ungewöhnlich kalt.

In wie fern endlich noch die Erscheinungen der *Nordlichter* auch mit den kalten Wintern in Verbindung stehen mögen, dürfte bis jetzt noch schwer zu bestimmen seyn. Nur dieses ist Thatfache, daß bei den merkwürdigen Wintern von 1783, 88, 98 und 99 diese schönen Phänomene hier durchaus nicht beobachtet wurden. Da überhaupt ihre Entstehung und Natur noch immer sehr problematisch ist, so würde gegenwärtig jede Muthmassung in obiger Rücksicht doppelt gewagt seyn. Indessen dünkt mich, verdiene doch dieses einige Aufmerksamkeit der Naturforscher, daß dieses Meteor in seiner Erscheinung auf eine besondere Art, wenigstens in unsrer gemäßigten Zone, abwechselnd, *bald mehrere Jahre nach einander in großer Menge und Schönheit* sich zeigt, *bald viele Jahre gar nicht*, oder doch *nur äußerst schwach* zu sehen ist. Selbst in diesem Jahrhundert will man schon einigemahl diese Abwechselung beobachtet haben. Eine solche sehr ausgezeichnete Periode, welche auch von meinem Vater in seinen Witterungsbeobachtungen bemerkt ward, fiel in die Jahre 1779 bis 1784, während welcher Zeit diese Erscheinungen sehr häufig und

prachtvoll waren. Man beobachtete nämlich hier im Jahre

1779	—	23	Nordlichter.
1780	—	17	—
1781	—	15	—
1782	—	8	—
1783	—	10	—

Seit dieser Zeit zeigte sich bei uns dieses Phänomen, außer *einmahl* im Jahre 1789, gar *nicht mehr*, so, daß also unrer heranwachsenden jungen Welt dieses prächtige Meteor dem *eigenen Anblicke* nach ganz fremd ist. — Sollten diese Erscheinungen in Ansehung ihrer Abwechselung vielleicht mit der grossen Monds-Periode in Verbindung stehen, so dürften solche in einigen Jahren wieder häufiger zum Vorschein kommen. —

Ich schliesse diesen kleinen Aufsatz mit dem Wunsche, daß es mehrern Witterungsfreunden in und außerhalb Deutschland gefallen möchte, ihre Beobachtungen über diese zwei kalten Winter auch mitzutheilen. Vielleicht fände sich dann wohl ein philosophischer Naturforscher, der die einzelnen und zerstreuten Theile zu einem nützlichen Ganzen verbände, und das Interessanteste gleichsam in einen Brennpunkt sammendrängte, um uns so die mancherlei physisch - medicinisch - ökonomischen Resultate zur leichten Uebersicht darzustellen!

II.

METEOROLOGISCHE NACHRICHTEN

über die grofse Kälte von 17⁹⁸/₉₉ und ¹⁷⁹⁹/₁₈₀₀,
und über die frühern sehr kalten
Winter,

von

L. C O T T E

zu Paris. *)

A. Der Winter von 1798 auf 1799.

Die Mondperiode, nach der mit jedem neunzehnten Jahre die Witterung im Ganzen genommen in der vorigen Ordnung wiederkehren sollte, hatte Lalande, mich und andere verführt, anzukündigen, das Jahr 1799 werde heifs und trocken seyn.

*) Ins Kurze zusammengezogen aus dem *Journal de Physique*, Tome V, p. 270 — 281, und Tome VII, p. 363 — 366. Dafs diese Notizen des bekannten französischen Meteorologen im Vergleich mit denen des Herrn Böckmann im vorigen Aufsatze, ziemlich dürftig sind, fällt in die Augen; nur zur Vergleichung mit diesen finden sie in den Annalen eine Stelle. Die Berliner Beobachtungen vom Herrn Prediger Gronau im ersten Anhang habe ich aus den Denkwürdigkeiten der Mark Brandenburg, 1800, S. 389, hinzugefügt; die Hallischen im zweiten Anhang verdanke ich Herrn Kriegsath von Leyser.

d. H.

Lamark hatte aus seinem meteorologischen Systeme vorher bestimmt, die strenge Kälte des *Nivose* werde sich am 23ten, (den 12ten Jan. 1799,) wo seine Periode des aufsteigenden Knotens eintrat, legen, und Thauwetter eintreten. Alle diese Prophezeihungen sind zu Schanden geworden. Kein Wunder, denn wir sind noch gar weit von aller genügenden Theorie in der Witterungskunde entfernt.

Seit dem harten Froste im Jahre 1795 hatten wir drei sehr milde Winter, ohne Frost und fast ohne allen Schnee gehabt; die Sommer 1797 und 1798 waren heifs und sehr trocken, und der Herbst 1798 sehr lieblich. Der *Frost* fing an den 11ten *December* und dauerte bis am 14ten; das Thermometer fiel am 12ten bis auf -4° . Den 21ten *December* trat der Frost aufs neue ein, und dauerte nun ohne Unterbrechung bis zum 21ten *Januar*, das ist 32 Tage lang. Der *Wind* blies anhaltend aus NO und O, den 27ten und 28ten *December* und den 12ten, 13ten, 14ten *Januar* ausgenommen, wo der Wind sich nach Süden drehte, ohne dafs der Frost nachliels. Nachdem ziemlich viel Schnee gefallen war, nahm der Frost am 25ten *December* immer mehr zu, und erreichte am 26ten Dec. um 7 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens sein *Maximum*, wie man aus den folgenden Tabellen übersehn wird.

Der *Barometerstand* war die ganze Zeit über ziemlich unveränderlich, immer über 28 Zoll, und zeigte besonders vom 5ten bis 9ten *Januar* nicht die

mindeste Variation. Der Himmel war oft heiter, aber manchemahl dabei ein dichter Nebel, den die Sonnenstrahlen Mühe hatten zu durchdringen. Die Seine fing den 22sten December an Eis zu führen; am 25ten war sie schon ganz mit Schollen bedeckt, die darauf zusammenfroren, so daß die Eisdecke Menschen, an einigen Stellen selbst Wagen trug.

Der Frost, der sich zwei Tage vor dem Vollmonde eingestellt hatte, hörte mit dem nächsten Vollmonde auf. Den 21sten und 25ten Januar regnete es den ganzen Tag lang bei einem sehr dichten Nebel. Die Seine, die mit dickem Eis bedeckt war, schwoll zusehends an; den 27sten und 28sten ging sie, ohne Schaden zu thun, auf. Das Wasser stand den 27sten Mittags am Pont National schon auf 18' 6", den 4ten Januar auf 23' 6".*) Am 18ten war es um 20 Zoll gefallen; darauf trat wieder Frost ein, und der Strom führte 2 Tage lang

*) Der Maafsstab am Pont National hat seinen Nullpunkt im Niveau einer Sandbank, unter welcher das Bett des Stroms unter dem mittelften Bogen der Brücke noch 14 Fuß tief liegt. Der niedrigste Stand der Seine, den man in diesem Jahrhundert bemerkt hat, war 1731, und betrug nach dieser Skala 1' 10"; nächstdem 1719, nämlich 2' 3". Bei den größten Ueberschwemmungen zu Paris, von denen sich Nachricht erhalten hat, stieg die Seine nach diesem Maafsstabe 1649 bis auf 24' 7"; 1651 auf 25'; 1658 auf 28'; 1679 auf 21' 5"; 1690 24' 2"; 1711 24' 3"; 1740 25' 3"; 1751 21' 7"; 1764 22' 5"; 1799 23' 6".

Eis. Am 9ten Glatteis; am 11ten ein heftiger Sturm mit Regen; in der Nacht und am ganzen 12ten bis früh am 13ten Schnee. Am 11ten fiel das Barometer um $15\frac{1}{2}$ Linien, stieg am 12ten um $10\frac{3}{4}$ Linien, und an beiden Tagen fror es unausgesetzt. Der Strom fiel immerfort. Den 14ten stand er Mittags nur noch auf 16' 9", um 4 Uhr Nachmittags auf 16'.

Nach den Zeitungen empfand man in der Nacht vom 24sten bis 25ten Januar einen ziemlich starken Stoß eines *Erdbebens* im ganzen westlichen Frankreich, welcher Schornsteine herabwarf und Häuser beschädigte. Zu *Nantes* ging diesem Erdstoße ein feuriges Meteor vorher, welches einen lebhaften Glanz verbreitete; an andern Orten ein heftiger Wind. Zu Paris stieg in dieser Nacht das Barometer von 27" 9,8''' auf 27" 10,5'''. Den 6ten früh war das Wetter ruhig und bedeckt, mit Nebel und Regen. Von *London* aus meldete man, die Fluth sey dort ungewöhnlich hoch gewesen.

Von folgenden Tabellen enthält die *erste* meine Beobachtungen, die zu Paris, (*Rue de la Vieille-Estrapade*, N^o. 2,) angestellt sind; die *zweite* die größte Kälte jedes Tages, welche Bouvard auf der Nationalsternwarte, und Messier auf dem Observatorio der Marine beobachtet haben; die *dritte* das *Maximum* der Kälte, wie es an andern Orten beobachtet worden ist.

r. Thermometerstand
nach Cotte's Beobachtungen.

December 1778.			December 1798.			Jannar 1799.		
Tag.	Stunde.	Thermo- meter- stand	Tag.	Stunde.	Ther- mome- terstand	Tag.	Stunde.	Ther- mome- terft.
21.	10 $\frac{1}{2}$ Ab.	— 3,5	27	7 $\frac{3}{4}$ M.	— 8,4	2	7 $\frac{3}{4}$ M.	— 3
22	7 $\frac{3}{4}$ M.	— 4,5	9		7,5	2	Ab.	— 3,2
23	7 $\frac{3}{4}$ M.	+ 2	2 $\frac{1}{2}$ Ab.		5,3	10		— 5
24	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 3,5	4		5,5	3	8 M.	— 7
9		4,2	5 $\frac{1}{2}$		5,5	1 $\frac{1}{4}$ Ab.		— 5,2
11 $\frac{1}{4}$		4,5	7		5,4	8 $\frac{1}{2}$		— 5,7
2 $\frac{1}{2}$ Ab.		5	9 $\frac{1}{2}$		5,6	4	7 $\frac{3}{4}$ M.	— 6,8
9 $\frac{1}{2}$		7,6	28	8 M.	— 5,8	2 $\frac{1}{2}$ Ab.		— 2,7
11		7,8	2	Ab.	— 5,3	10		— 6
12		8,2	4 $\frac{1}{4}$		5,5	5	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 7,2
25	7 $\frac{3}{4}$ M.	— 8,3	9 $\frac{1}{2}$		7,4	2 $\frac{1}{4}$ Ab.		— 4,3
2 $\frac{1}{2}$ Ab.		9	29	7 $\frac{3}{4}$ M.	+ 8,8	10		— 6,7
4 $\frac{1}{4}$		9,7	9		9	6	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 8,6
5 $\frac{1}{4}$		10	2	Ab.	— 5,8	2 $\frac{1}{4}$ Ab.		— 4,3
7		11	4		7	9 $\frac{1}{2}$		— 3,5
8		11,3	9 $\frac{1}{4}$		9	13	9 $\frac{1}{2}$ Ab.	— 6
9 $\frac{1}{4}$		12,2	30	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 10,2	14	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 6,3
16	7 $\frac{3}{4}$ M.	— 13	2	Ab.	— 4,7	15	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 6,1
9		12,5	9		4,3	16	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 5,5
10		11,7	31	8 M.	— 4,2	17	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 7,8
11		11,1	2	Ab.	— 3,1	18	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 9,6
12		10,5	10		3	9 $\frac{1}{4}$ Ab.		— 5
2	Ab.	— 9,5	Januar 1799			19	8 M.	— 8,2
3		9,7	1	8 M.	— 3,1	20	7 $\frac{1}{4}$ M.	— 6,1
4 $\frac{1}{4}$		10,5	2	Ab.	— 2,3	9 $\frac{1}{2}$ Ab.		— 2
6		10,9	10		2,4	21	7 $\frac{1}{2}$ M.	— 0,4
7 $\frac{1}{4}$		11				2	Ab.	+ 2
10		10,6						

2. Größte Kälte jedes Tages
während der Periode der größten Kälte dieses Winters, beobachtet auf der *National - Sternwarte* von *Bouvard*, und auf der *Marine - Sternwarte* von *Messier*.

Dec. 1798.	Niedrigster Thermo- meterstand, beobach- tet von		Januar 1799.	Niedrigster Thermo- meterstand, beob- achtet von	
	Bouvard.	Messier.		Bouvard.	Messier.
21	— 3,2	— 2,9	5	— 8,4	— 7,5
22	— 6,6	— 3,8	6	— 10	— 9,4
23			7	— 0,4	— 0,3
24	— 7,5	— 7,5	8	— 4,2	— 3,2
25	— 13	— 13,2	9	— 3,5	— 3,2
26	— 13,6	— 14,1	10	— 2,1	— 2
27	— 8,3	— 8,5	11	— 4,3	— 3,2
28	— 8,3	— 6,6	12	— 2,2	— 1,6
29	— 11,5	— 9,4	13	— 6,1	— 7,5
30	— 12	— 10,8	14	— 7,7	— 7,5
31	— 3,4	— 3,8	15	— 7,4	— 6,8
Jan.			16	— 8,5	— 6,3
1	— 3,4	— 3,2	17	— 9,8	— 8,9
2	— 5,6	— 5,4	18	— 10,9	— 10,7
3	— 7,2	— 6,3	19	— 10,2	— 9,4
4	— 7,2	— 6,3	20	— 6,2	— 6,5

Die größte Kälte dieses Winters, am 26sten December 1798, hatte man an andern Beobachtungs-orten zu Paris etwas anders bestimmt, nämlich: im Arsenal auf — 14°, bei Berthoud im Louvre auf — 13°, im Conseil des Mines auf — 13,6°. In andern Städten Frankreichs und der benachbarten Länder, traf sie nicht überall auf diesen Tag, und war, wie sie die folgende Tabelle angiebt:

3. Größte beobachtete Kälte im Winter
von 1798 bis 1799 an verschiedenen Orten. *)

Ort.	Beobachter.	Dec. 1798.	Thermo- meter- stand.
<i>Douai</i>	Saladin	26	— 14°
<i>Calais</i>	Blanquart	26	— 12,5
<i>Abbeville</i>	Boucher	26	— 12,5
<i>Brüssel</i>	Pöederlé	27	— 15
<i>Strasburg</i>		26	— 20
<i>Lüneville</i>	Saucerotte	27	— 19
<i>Toulouse</i>	Duc Lachapelle	25	— 9
<i>Au Luc</i>		25	— 4
<i>Dép. du Var</i>			
<i>Turin</i>		27	— 16
<i>Wien</i>	Triesnecker	25	— 18 $\frac{1}{3}$
<i>Dresden</i>		25	— 14
<i>Berlin</i>		25	— 17 $\frac{1}{2}$
<i>Amsterdam</i>	van Swinden (Febr. 6te)	27	— 16,5 — 12)
<i>Nimwegen</i>		26	— 17,8
<i>Rotterdam</i>		26	— 16,4
<i>Delft</i>		26	— 18,2
<i>Haag</i>		26	— 14,9
<i>Haarlem</i>		26	— 16
<i>Hoorn</i>		27	— 16,4
<i>Gotha</i>	v. Zach	25	— 21,5
<i>Grübingen</i>	Pred. Wurm.	25	— 24
<i>Stuttgart</i>		25	— 20
<i>Augsburg</i>		25	— 25
		26	— 25
<i>Mannheim</i>		25	— 19
		26	— 19 $\frac{2}{3}$
<i>Hamburg</i>		25	— 18
<i>Kopenhagen</i>		25	— 10

*) Die meisten Angaben in dieser Tabelle schreiben sich von Lalande und aus den holländischen Zeitungen her, scheinen aber nicht zuverlässig zu seyn. Denn so z. B. war der niedrigste Thermometerstand zu Amsterdam nach den gleich folgenden, von Cotte selbst mitgetheilten Angaben van Swinden's nur — 14,5°, dagegen in Berlin, nach Herrn Prediger Gronau, — 18 $\frac{1}{2}$. In Halle betrug sie — 20,2°.
d. H.

4. Gang des Thermometers nach van Swinden zu

Rotterdam. Dec. 1798.			Delft.			Haag.		
Tag	St.	Thermo- meter- stand.	Tag.	St.	Thermo- meter- stand.	Tag.	St.	Thermo- meter- stand.
24	7½ M.	— 8,9°	24	7½ M.	— 8°	25	9 M.	— 8,8°
25	6 M.	— 6,2	25	9 M.	— 11	9½		— 13,3
	9	— 12,9		2 Ab.	— 10,7	10½ Ab.		— 12,4
	9½	— 13,8		10½ Ab.	— 10,5	26	7½ M.	— 13,3
	1 Ab.	— 13,7	26	7½ M.	— 14	12		— 12,4
	2	— 12,4		9	— 14,5	11½ Ab.		— 14,9
	10½	— 12,5	11		— 15,5	27	8 M.	— 14,5
26	7½ M.	— 14,2		2 Ab.	— 12,7	10 Ab.		— 9,1
	8	— 15,2		11½	— 18,2	28	8 M.	— 9,1
	(— 15,5)		27	8 M.	— 15	10 Ab.		— 1,8
	12	— 13,3		10 Ab.	— 10	Amsterdam		
	2 Ab.	— 15,5	Horn			24	7½ M.	— 7
	12	— 16,4	25	9 M.	— 15,2	25	9 M.	— 10,7
27	8 M.	— 15,3	26	9 M.	— 15,5		1 Ab.	— 11,7
	10 Ab.	— 10,7			(— 16)		10½	— 10,7
			27	8 M.	— 16,4	26	7½ M.	— 14,2
							(— 14,8)	
Die eingeklammerten Thermometer- stände wurden in derselben Stadt an andern Orten beobachtet.						9		— 13,3
						11½ Ab.		— 14,2
							(— 14,8)	
						27	8 M.	— 14,5

Nach dem Thauwetter zu Ende des Januars stellte sich zu Anfang *Februars* wieder eine ausnehmend starke Kälte ein. Dabei stand das Thermometer

zu Amsterdam			zu Delft		
Febr.	auf		Febr.	St.	auf
1	— 3,2° b.	— 5,8°	7	5 M.	— 9,8
2	— 4	— 2,6		8	— 8,9
3 u. 4	0		12		— 7,5
5	+ 1	— 3,2		4 Ab.	— 8,7
6	— 2,6	— 6,7		10	— 10
			8	8 M.	— 12,4
				2 Ab.	— 9,3
				10	— 11,2
					dann über 0°

B. Der Winter von 1799 auf 1800.

Mechain's Beobachtungen sind auf der National-Sternwarte bei *Sonnenaufgang* an einem Quecksilberthermometer gemacht worden, welches frei an einem Baume auf der Terrasse der Sternwarte hing; Meffier's Beobachtungen auf dem Observatorio der Marine im *Hôtel de Clugny* zwischen 6 und 8 Uhr Morgens; die meinigen in der *Rue de la Vieille Estrapade*, dem höchsten Punkte von Paris, mit einem 1762 von *Cappi* unter den Augen des D. Bédos verfertigten, 3 Fufs langen Weingeistthermometer.

Thermometerstände, beobachtet zu Paris von

Dec.	Mechain	Meffier	Cotte
19	— 7,56°	— 6,8°	— 7°
20	— 7,02	— 6,3	— 7
21	— 10	— 9,4	— 9,6
22	— 5,07	— 5,2	— 5,2
23	— 6,56	— 5,8	— 5,5
24	— 8,16	— 7,7	— 7
25	— 2,72	— 2,8	— 2,7
26	— 7,56	— 6,6	— 5,9
27	— 2	— 1	— 1,7
28	— 9,12	— 9,4	— 9
29	— 3,5	— 4,3	— 4,5
30	— 3,36	— 3,3	— 3
31	— 11,04	— 10,3	— 9,2
Jan.			
1	— 10,88	— 10,3	— 9,5
2	— 0,16	— 1,1	— 0,5
3	+ 2,56	0	+ 1,1
4	+ 2,16	0	+ 2
22	— 2,56	— 2,8	— 1,8
23	— 3,36	— 2	— 2

Folgende Beobachtungen zu *Brassiel* verdanke ich dem Bürger Poëderlé, einem fleissigen Meteorologen; die mit * bezeichneten sind um 2 Uhr Nachmittags, alle übrigen um 8 Uhr Morgens bemerkt worden. Die Beobachtungen zu *Amsterdam* rühren von van Swinden, und die zu *Tarbes* von Dangos her. Das plötzliche Fallen des Thermometers in der Nacht vom 29ten Dec. zu Amsterdam ist merkwürdig. Ein Beobachter, der es in dieser Nacht Stunde für Stunde beobachtete, fand, daß es um 1 Uhr Morgens anfang zu sinken, und anfangs 1 bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ in jeder Stunde, von 6 bis 7 Uhr Morgens aber um $2\frac{1}{2}^{\circ}$ fiel. Auch ist es besonders, daß während einer Jahreszeit, wo der Wind veränderlich zu seyn pflegt, dieses Mal N und O Winde 3 Monat lang unausgesetzt bliesen, wobei indess der Barometerstand beträchtlich variirte und oft sehr niedrig war.

Zu Brüssel.			Zu Amsterdam.		
Dec.	Thermo- meter- stand.		Dec.	St.	Thermo- meter- stand.
16	—	4°	28	7 M.	— 10,2
17	—	5,7	29	12 Ab.	— 5,3
18	—	3,2	30	8 M.	— 14,2
19	—	6		12	— 10
20	—	8,7		8 Ab.	— 15,5
21	—	8,7	31	M.	— 9,8
22	—	5,7	Jan.		
23	—	9,7	1	M.	— 8
	—	7 *	2	M.	— 4,7
24	—	5,2	8	M.	— 4,7
27	—	5,7	10	M.	— 1,3
28	—	11			
	—	7 *	Zu Tarbes.		
31	—	8,7	Dec.		
	—	5,7 *	10	6½ M.	— 7,9
Jan.			15	6½ M.	— 6,9
1	—	5,5	28	6½ M.	— 7,4
2	Thau- wetter			10½ Ab.	— 10,4
Febr.			19	6½ M.	— 12,3
12	—	6,7		10½ Ab.	— 10,5
27	—	4			
28	—	6,2	Zu Prag.		
März			Dec.		
1	—	6,7	29	6 M.	{ — 19,5 — 21
6	—	4,2	ersteres in der untern, letzteres in der obern Stadt.		
7	—	7,7	Zu Petersburg — 26		
8	—	7,2	Zu Archangel — 36 (?) *		
9	—	4			
10	—	9,2			
	+	3,5 *			
11	+	7 *			

*) Vergl. *Annalen der Physik*, I, 491, Anmerkung.
d. H.

C. Verzeichniß der sehr kalten Winter und der größten Kälte in ihnen zu Paris.

Hierbei habe ich vorzüglich das chronologische Verzeichniß der meteorologischen Ereignisse in der *Collection Académique, partie étrangère, T. 6, p. 488*, die *Mémoires de l'Acad. des Sc.* und Mesfrier's und meine Beobachtungsjournale benutzt. Nur die Winter, in welchen das Thermometer, seit dessen Erfindung, auf -10° der Reaumur'schen Skale, (auf welche ich die Lahiresche reducirt habe,) und tiefer stand, sind in dieses Verzeichniß aufgenommen worden. a)

763	1410	1631	1709	— 15°	1766	— 10°
801	1460	1638	1716	— 15,7	1767	[— 9,5
1001	1470	1655	1721	in Engl.	1768	[— 14
1067	1480	1656	1729	— 13,2	1771	— 11,5
1110	1493	1657	1740	— 10	1776	— 16,3 b)
1173	1507	1658	1742	— 13,2	1782	— 10 c)
1305	1522	1662	1745	— 11,2	1784	[— 14 d)
1354	1570	1666	1747	— 12,7	1785	[— 11,7
1358	1571	1670	1748	— 12,1	1786	— 10,2
1361	1576	1672	1751	— 10	1788	[— 17 e)
1364	1608	1683	1753	— 10,7	1789	[— 13,2
1399	1615	1684	1754	— 12,5	1795	— 16,5 f)
1400	1624	1698	1755	— 12,5	1798	[— 14,1 g)
		1702	1757	— 10,5	1799	[— 10
			1758	— 12	1800	— 11
			1763	— 10		

Ich überlasse es denen, die gern Systeme aufbauen, die Folge dieser strengen Winter damit zu vereinigen.

a) Eine Zahl zeigt den tiefsten Thermometerstand des ganzen Winters, zwei den zu Ende des einen, und zu Anfang des andern Jahrs an. d. H.

b) 25 Tage; c) 11 Tage; d) 69 Tage; e) 50 Tage; f) 41 Tage; g) 32 Tage anhaltender Frost. C.

Erster Anhang.

Vergleichung der beiden Winter 17⁹⁸ und 17⁹⁹ zu
Berlin, vom Prediger Gronau in Berlin.

17⁹⁸.

Nach einem schönen und sehr angenehmen Herbste, besonders im Monat Oktober, fiel den 20ten November 1798 Frost ein, der bald zunahm, am 27ten aber mit Regen aufging.

Nachdem man es am 6. December Abends hatte blitzen sehen, kehrte der Frost am 7ten stärker zurück, und hielt bis zum 16. an, da es abermahls aufging. Am 19ten Abends fing es wieder an zu frieren, und nahm die Kälte täglich zu, und erreichte den 24sten, 25sten, 26sten und 27sten einen ungewöhnlich hohen Grad.

Den ganzen Januar 1799 hindurch hielt der starke Frost ununterbrochen an, obgleich nicht immer in den so hohen Graden; gegen Ende des Monats ward er stärker.

Im Februar nahm die Kälte schnell zu, und übertraf am 6ten bis zum 10ten den an Weihnachten erreich-

17⁹⁹.

Nach einem temperirten und gemischten Herbste und veränderlicher Witterung fing der Frost den 23. November 1799 bei nebligen Tagen an, und hielt in einem gemäßigten Grade bis zum 15ten December an.

Nach einem heftigen schneidenden Ostwinde am 15ten December nahm die Kälte gewaltig zu, und erreichte am 27sten, 28sten und 29sten eben den ungewöhnlichen Grad, als im vorigen Jahre.

Im Januar 1800 hielt die Kälte mit ziemlicher Strenge bis zum 15ten an, da gegen Abend Thauwetter einfiel. Von nun an blieb es feucht, mit gelindem Froste abwechselnd, bis zum 5ten Februar.

Am 6ten Februar kehrte der Frost zurück, war vom 11ten bis 14ten wieder strenge, und hielt in einem etwas gemäßigtem Grade bis zu Ende an.

ten Grad; doch währte sie nur bis zum 15ten, da es mit Schnee und Regenaufgang; und nun blieb es den übrigen Theil des Monats feucht und regnig.

Die drei ersten Tage des März waren noch feucht; vom 4ten aber bis zu Ende des Winters fror es in einem gemäßigten Grade.

Auch im März ließ der Frost noch nicht nach, sondern war vielmehr vom 6ten bis 13ten sehr stark, und hielt bis zu Ende des Winters an; die Sonne thaut zwar bei Tage sehr auf, aber in der Nacht fror es stark.

Höchster Barometerstand.

im Winter 1781 im Winter 1788
d. 30. Dec. 1798 28" 11" 2,6''' d. 31. Dec. 1799 28" 8" 4,6'''

Niedrigster Barometerstand.

d. 28. Jan. 1799 27" 4" 5,5''' d. 18. Jan. 1800 27" 5" 9,5'''

Größte Wärme.

d. 24. Febr. + 8° d. 20ten Febr. + 7,°1

Größte Kälte.

d. 9ten Febr. — 18° den 29ten Dec. 1799 — 19°

im Winter 1781 1788

kalte Tage 74 72

gelinde 3 6

temperirte 13 11

helle 20 24

trübe 35 42

gemischte 35 23

trockne 36 46

feuchte 14 19

gemischte 40 24

im Winter 1788 1788

Regen fiel 16 11 mahl

Schnee 25 32

Sturm war 5 9

Nebel 7 1

Gewitter

in der

Ferne 6 3

Der Ostwind war in beiden Wintern herrschend, doch in dem letzten noch häufiger als im vorjährigen.

Zweiter Anhang.

Gang des Barometers und Thermometers, während ihres höchsten und niedrigsten Standes in den Jahren 1798 bis 1799, zu Halle, beobachtet vom Hrn. Kriegerath v. Leyser, dessen meteorologische Instrumente vor einem nach Norden ziemlich frei liegenden, gegen die Sonnenstrahlen geschützten Fenster hängen.

Barometerstand.

1797	{	höchster	28" 9,1'''	d. 6. Febr.	10 U. Morg.
		niedrigster	27" 1,1'''	d. 30. Dec.	8 U. M.
1798	{	höchster	28" 6,1'''	d. 11. Apr.	7 U. M.
		niedrigster	26" 11,6'''	d. 8. Nov.	10 U. Ab.
1799	{	höchster	28" 4,8'''	d. 8. Juni	6 U. M.
		niedrigster	27" 0,9'''	d. 3. Febr.	7½ U. M.
1800*)	{	höchster	28" 4,9'''	d. 1. Jan.	8 U. M.
		niedrigster	27" 2,4'''	d. 18. Jan.	10 Uhr Ab.

Höchster Thermometerstand.

im J.		Tag.	Stunde.	gleichzeit. Barom. ft.
1797	26,2° R.	den 17ten Jul.	3½ Ab.	28" 0,5'''
1798	21,2°	31sten Jul.	3 Ab.	28" 1,3'''
	16,8°	1ten Aug.	10 —	27" 11,7'''
	25,8°	2	3½ —	11,7'''
	21,5°	3	3 —	28" 0,4'''
	26,6°	4	—	27" 11,6'''
	17,8°	5	6 M.	10,8'''
1799	22°	den 3ten Aug.	3 Ab.	27" 10'''
	20°	4	2½ —	9,5'''
	18°	6	2 —	10'''
	26°	7	3 —	10,9'''
	13,6°	8	10 Ab.	11,9'''
	20,6°	11	3 —	28" 11,9'''
1800	26,5°	den 15t. Aug.	3 Ab.	28" 0,9'''

*) Bis Ende Septembers.

Niedrigster Thermometerstand.

im J.		Tag.	Stunde.	gleichzeit. Barom. ft.
1797	—	8,5° R. den 1ten Jan.	8 M.	28" 0,5'''
1798	—	5°	22	8 M. 2,5'''
—	12,8°	23	10 Ab.	2,5'''
—	16°	24	8 M.	4'''
—	20,2°	25	—	1,8'''
—	19,8°	26	10 Ab.	0,5'''
—	20,1°	27	8 M.	27" 11'''
—	10°	28	—	4'''
	(— 2° um 2 U. Nachmitt.)			
—	10°	29	—	11'''
—	6,8°	30	—	28" 4,8'''
1799	—	8,3° den 5ten Febr.	10 Ab.	
—	11,5°	6	—	
—	17°	7	—	
—	20,2°	8	8 M.	
—	23,4°	9	—	
—	16°	10	—	
—	8,2°	11	—	
—	6,9°	1sten Apr.	8 M.	
—	4,9°	2	—	
1799	—	8,3° den 23ten Dec.	10 Ab.	27" 11,6'''
—	8,2°	24	8 M.	10,5'''
—	5,2°	25	—	9,1'''
—	7,4°	26	—	9,9'''
—	14,2°	27	10 Ab.	28" 1,7'''
—	20,3°	28	—	0,5'''
—	23,5°	29	8 M.	0,7'''
—	18	30	—	1,2'''
—	10	31	—	2,8'''
1800	—	12,1 den 1sten Jan.	10 Ab.	2,2'''
—	8	2ten	8 M.	27" 11,9'''
—	10°	10ten Febr	10 Ab.	
—	13°	11	8 M.	
—	13,7°	12	—	
—	11,1°	13	—	
—	11,2°	14	—	
—	5,3°	15	—	
—	13,1°	11t. März	7 M.	27" 11'''

III.

BEOBACHTUNGEN

*einiger Wasserhosen, die am 6ten Januar
und am 19ten März 1789 zu Nizza
gesehen wurden,*

VON

MICHAUD

Corresp. der Turiner Akademie. *)

Meine Beobachtungen fallen zwar erst auf den 6ten Januar 1789, doch darf ich einige vorläufige Umstände nicht übergehen. Den größten Theil des Decembers 1788 hindurch hatte zu Nizza, wo der Winter gewöhnlich nicht sehr strenge ist, eine milde Witterung geherrscht, und der Himmel war den Tag über stets klar gewesen, als den 27sten, am Tage des Neumondes, unsre Atmosphäre eine gänzliche Veränderung erlitt. Es erhob sich ein heftiger Sturm, der von einer so strengen Kälte begleitet war, als sich hier niemand erlebt zu haben erinnert. Der Himmel bezog sich, und es fiel über 8 Zoll hoch Schnee. Da gleiche Wirkungen von gleichen Ursachen erzeugt werden, so vermuthe ich, daß sich schon in der Nacht vom 27sten auf den 28sten December Wasserhosen in unsrer Gegend gebildet haben.

*) Aus den *Mémoires de l'Acad. de Turin*, Tome 6.

Annal. d. Physik, B. 7. J. 1801. St. 1.

Der Schnee fror bei der strengen Kälte und wurde so fest, daß, ungeachtet des Einflusses mehrerer heiterer Tage, in denen die Sonnenwärme recht merklich war, doch nicht der geringste Wassertropfen von der Dachtraufe meines Wohnhauses fiel, obgleich es nahe an der See liegt, die Sonne es im Winter 8 Stunden lang bescheint, und der hohe Felsen des Kastells es gegen den Nordwind schützt. Diese Erscheinung war mir während der 40 Jahre meines hiesigen Aufenthalts noch nicht vorgekommen. Verschiedene alte Leute behaupteten, dieser Schnee würde nicht eher schmelzen, als bis ein neuer fiel, und sie prophezeihten richtig.

Sonntags den 4ten Januar 1789, am Tage des ersten Mondviertels, fing die strenge Kälte von neuem an, und dauerte den Montag und Dienstag hindurch. Dienstags, den 6ten, um 8 Uhr Morgens, bemerkte ich zuerst eine ungeheure Masse sich über einander thürmender Wolken, die sich von Nordost bis Süden ausdehnten, und indem sie westlich zogen, sich dem Zenith näherten. Da ich gewohnt bin, diese Wolken dem Systeme meines alten Lehrers der Physik, des Vaters Bekkaria, gemäß zu betrachten, so ahndete ich nichts Gutes für unsre Felder; und als darauf ein heftiger Wind über die See hin wehte, so äußerte ich meinen beiden ältesten Söhnen die Vermuthung, daß wir diesen Tag wahrscheinlich einige Wasserhosen sehen würden. In der That bemerkte ich auch fünf Minuten nach 10 Uhr des Morgens, ungefähr in der

Entfernung eines Flintenschusses vom Ufer, einen runden Fleck auf der See, von 10 oder 12 Toisen im Durchmesser, wo das Wasser zwar noch nicht wirklich kochte, aber doch im Begriffe zu seyn schien, aufzukochen, wie dies Taf. I, Fig. 1 a, darstellt. Denn rings herum, und zuweilen auch innerhalb jenes Kreises, zeigten sich 8 Toisen hoch und höher Dünste in Nebelgestalt, denen, (nur nach einem unvergleichbar größern Maafstabe,) völlig ähnlich, die sich auf der Oberfläche des Wassers erheben, wenn es anfängt zu fieden. Ich wurde deutlich gewahr, dafs dieses, darf ich mich so ausdrücken, der Embryo des Fulses einer Wasserhose war, welche der Wind vor sich hin von Osten nach Westen trieb, indess die Wolken noch nicht weit genug heraufgezogen waren, um den Körper oder Stengel darauf zu senken. Zu meiner großen Verwunderung erhielten sich stets dabei die rings umher befindlichen Dünste gleich aufgespannten Segeln, ungeachtet der außerordentlichen Gewalt des Windstosses, der sie dem Ufer zutrieb. So wie das Ganze an das Ufer kam, zog sich der Kreis zusammen, der Umfang der Dunstmasse verkleinerte sich, und in dem Augenblicke, als es das Land berührte, wurde es von dem Winde in der Gestalt eines langen Horns von Nebel umgestürzt, Fig. 1 b, und bald zerstreut. Nun war ich überzeugt, dafs meine Hoffnung, an diesem Tage Wasserhosen zu erblicken, mich nicht trügen würde, weshalb ich, da meine Geschäfte mich abriefen, meinen beiden ältesten Söh-

nen auftrag, abwechselnd am Fenster Wache zu halten, damit das Phänomen nicht unbemerkt vorbeistreichen möchte.

Es war ungefähr 8 Minuten vor Mittag, als mein zweiter Sohn, mit der Freude eines Schiffers, der nach einer langweiligen Fahrt zuerst das Land erblickt, mir zurief: Vater, hier ist eine herrliche Wasserhose. Ich eilte zum Fenster und sah diese ungeheure Wasserhose, die Fig. 2 dargestellt ist,*) majestätisch bei Nizza vorbeiziehn. Die Wolken hatten bereits nicht allein den nördlichen und südlichen Theil des Himmels umzogen, sondern dehnten sich auch so weit gegen Westen aus, daß der ganze Umfang desselben, so weit mein Auge reichte, von ihnen bedeckt war; nur unterhalb gegen Süden war ein Theil des Himmels, in Gestalt eines Kreisabschnitts, unumwölkt, durch den man in sehr weiter Entfernung einige Wolken wahrnahm, welche die Sonne mit den Morgenfarben erleuchtete.

*) Bei dieser und den beiden folgenden Figuren muß man sich einen ausnehmend viel kleinern Maassstab, als den denken, wonach Fig. 1 entworfen ist. Die erste Wasserhose strich bei uns in der Nähe eines Flintenschusses vorbei, die andere in einer Entfernung von 2 bis 3 französischen Meilen. Und nach diesem Verhältnisse muß man sich Fig. 2, 3 und 4 in Vergleich mit Fig. 1 vergrößert denken, um sich eine richtige Vorstellung von ihrer verhältnißmäßigen Größe zu machen, da sie sich in dem hier gezeichneten Verhältnisse von Nizza aus gesehen zeigten.

Diese Wasserhole war in jeder Rücksicht bei weitem grösser, als die, welche ich 1780 in Gesellschaft mit den Hrn. Papacino und Renaud beobachtete. Ihr kreisförmiger Fuls allein hatte einen solchen Umfang, daß ein Kriegsschiff von 100 Kanonen mit allen seinen Segeln darein gänzlich hätte können eingehüllt und versteckt werden, woraus man auf die Grösse der Dunst- und Nebelwolken schliessen mag, deren Theile in ihrem richtigen Verhältnisse in der Zeichnung dargestellt sind.

Statt daß sie beim ersten Erscheinen in Ruhe schien, nahm der untere Theil derselben bald das Ansehn des Kraters eines Vulkans an, der große Ströme von Wolken und Massen von Seewasser auswürfe. Diese ergossen sich rings herum vom Mittelpunkte aus nach dem Umkreise in parabolischen Strömen, mit einer Heftigkeit, die uns überzeugte, daß im innern Becken ein unglaublich heftiges Aufbrausen und Aufkochen statt finden müsse, obgleich dieses bei der großen Entfernung und der Dichtigkeit der Dünste diesmal nicht so deutlich als bei der 1780 beobachteten Wasserhose wahrzunehmen war. *) Die Farbe der Wasserhose war ein sehr dunkles Indigo, und so sahen auch die Wolken aus,

*) Man sehe im *Journal de Physique*, Tome 30, P. 1, pag. 284, *Observation sur une trombe de mer fait à Nice en 1780, par M. Michaud*. Die Umstände sind weniger genau angegeben, stimmen aber mit denen, die in diesem Aufsatze erwähnt sind, nahe überein.

die von Osten nach Westen sich verbreiteten. Das Aufsteigen der Dünste des Meerwassers konnten wir nicht sehen; die Beobachtung von 1780, wo man dies deutlich bemerken konnte, ersetzt aber diesen Mangel. In der Folge wird man finden, daß auch dieses Aufsteigen von neuem, und zwar auf eine sehr vollkommene Art, wahrgenommen wurde.

Während wir diese außerordentliche Erscheinung betrachteten, schlug ein heftiger Hagelschauer gegen die Fenster. Die Körner hatten die Grösse einer Pistolen- oder Flintenkugel, thaten aber den Bäumen nicht den geringsten Schaden, ob sie gleich in wenig Minuten über 4 Zoll hoch fielen; denn sie bestanden bloß aus großen Schneeflocken, die vom Winde während des Fallens zusammengerollt waren, und weder das Gewicht noch die Härte des Hagels befalsen. Ich öffnete einige Körner, und fand, daß sie aus einer dünnen, aber dichten Schale bestanden, in der beinahe nichts als einige Strahlen zu sehen waren, die von dem Mittelpunkte nach dem Umfange gingen. Sie waren in so geringem Grade gefroren, daß sie schmolzen, so bald sie den Boden berührten, und auch das Schmelzen des vorhergefallenen Schnees beförderten.

Dieser gefrorne Schnee trübte so sehr die Luft, daß wir die Wasserhose durch die Blenden der Jalousien nicht sehen konnten, die wir heruntergelassen hatten, damit der vermeintliche Hagel die Scheiben nicht zerbrechen sollte. Als dieses Wetter aufgehört hatte, war die vorige Wasserhose gänzlich

verschwunden; statt ihrer erblickten wir eine andere kleinere, welche beinahe denselben Gang nahm. Nach der Zeit zu urtheilen, in der eine auf die andere folgte, mochte diese zweite, die wir sahen, vielleicht schon die dritte seyn. Sie fuhr fort, ihren Lauf gegen *Antibes* zu nehmen; einige Zeit, ehe sie an der Küste ankam, zog sie sich nach allen Ausdehnungen zusammen, und als sie das Land berührte, verschwand ihr Fuß ganz und gar. Sie zog sich, (Fig. 2 b,) unmerklich aufwärts; der ausgedehnte konische Theil wurde breiter und verdünnte sich immer mehr, und das Ganze vereinte sich endlich völlig mit der Wolkenmasse, wie ein Nebel sich in den andern verliert. *)

Nachdem ich diese zweite Wasserhose bis zu ihrem gänzlichen Verschwinden beobachtet hatte, sah ich wieder auf den Platz zurück, wo ich die erste entdeckt hatte, und wurde zu meiner großen Ueberraschung einen neuen bereits gebildeten Fuß (Taf. II, Fig. 3 a,) gewahr, dem nur noch der herabsteigende Körper fehlte. Folgende drei Umstände fielen mir ganz besonders auf.

1: Das Daseyn des Fußes der Wasserhose ohne ihren Stengel oder Körper. Denn vor dieser Beobachtung hielt ich es, in Gemäfsheit der 1780 gemachten Bemerkungen, für ausgemacht, daß dieden

*) In der Beschreibung der 1780 beobachteten Wasserhose ist es nicht ganz richtig, daß sie sich so schnell wie ein Blitz aufwärts gezogen habe. M.

Fufs oder Recipienten umgebende Dunstmasse vom Stengel oder dem eigentlichen Körper der Wasserhose hervorgebracht werde, und durch eine Verbreitung von dessen Stoff entstehe. Nun aber sah ich in diesem Phänomen deutlich die Identität jener Dunstmasse mit der, welche Wolken und Nebel hervorbringt, und dafs sie nicht von der Wasserhose erst herabgeführt wird. Der Embryo der Wasserhose, den ich um 10 Uhr sah, scheint zu beweisen, dafs diese Dunstmasse vielmehr ein Produkt der See sey.

2. War es mir sehr auffallend, dafs dieser Fufs auf dem Platze seiner Entstehung unverrückt stehen blieb, indess die vorher bemerkten schnell von dem Winde mit fortgerissen wurden. Zwar konnte er sich vielleicht, mir unbewust, in meiner Gesichtslinie bewegen, doch ging er wenigstens nicht von Osten nach Westen, d. h. von meiner Linken zur Rechten, obgleich das Seewasser, die Wolken und die andern Wasserhosen ihren Lauf in dieser Richtung, und zwar letztere mit so grosser Geschwindigkeit nahmen.

3. Ueberraschte es mich, dafs, obgleich der Körper der Wasserhose fehlte, der, meiner Meinung nach, die Intensität der Kraft, welche diese Erscheinung hervorbringt, sehr erhöhen mufs, doch die Dunsthülle um den Fufs sich aufrecht und feststehend zu erhalten vermochte.

Während ich diese Erscheinung betrachtete, wurde ich in den niedrigen, von Osten kommenden

Wolken, eine Art von Vorsprung oder Zipfel, (Fig. 3 b,) gewahr, der aus ihnen schief hervorragte. Der Fuß blieb bewegungslos, und dieser Wolkenzipfel behielt seine schiefe Richtung bis zu dem Augenblicke, als er vom Winde über den Fuß herangedriven war. Nun bemerkten wir alle drei, daß sich dieser Zipfel senkrecht gegen den Fuß zu richtete, und gleich einem ungeheuern Sacke von Gaze vom obern Ende, (Fig. 3 c,) hinab, aus einander rollte. Nachdem die Falten und Windungen dieses Dunst-sacks verschwunden waren, und der graue, halb durchsichtige Körper der Wasserhose sich in dem Boden des Fußes festgesetzt hatte, nahm er eine senkrechte Stellung an, und erweiterte sich in seinem Durchmesser. Mein zweiter Sohn, der, wie sein älterer Bruder, sehr gut in die Ferne sieht, rief sogleich: „Sieh, Vater, wie schnell die Dünste durch den Sack aufwärts fliegen.“ Ich sah in der That, daß sie ihn mit einer Art von Spannung auszudehnen schienen, und ihm die Farbe des dunkeln Indigo gaben, die sich auch den Wolken mittheilte. In demselben Augenblicke wurde die Farbe der ganzen Wasserhose so dunkel, daß wir in ihrem ausgedehnten Theile keine Bewegung mehr unterscheiden konnten. Wir sahen nur, daß sich nun das ganze Phänomen von Osten nach Westen bewegte, und an der Küste von Provence vernichtet wurde.

Endlich bildete sich noch eine vierte Wasserhose, die auf dieselbe Art ihr Ende erreichte. Keine von allen stellte sich jenseits des Hügels von *Antibes*, gleich

der, die ich 1780 beobachtete, wieder her, weil wahrscheinlich ihr Lauf mehr nördlich war, und sie daher nicht, gleich jener, jenseits Antibes auf den Meerbusen von *Jean* trafen, sondern ganz über festes Land zogen. Unmittelbar darauf erfolgte ein Schneegestöber von gewöhnlicher Art und Dichtigkeit, das den übrigen Theil des Nachmittags und die folgende Nacht anhielt, so dafs den folgenden Tag so viel Schnee auf dem Erdboden lag, als früherhin. Nachher kam ein anhaltender Regen, der die Gegend von dem aufgehäuften Schnee befreite. Da der heftige Wind des vorhergegangenen Tages mit unverminderter Stärke die ganze Nacht anhielt, und die andern Nebenumstände gleichfalls dieselben blieben, so glaube ich mit Grund vermuthen zu können, dafs des Nachmittags und vielleicht auch in der Nacht am 6ten, noch neue Wasserhosen mögen entstanden seyn, die man wegen der Verdunkelung der Atmosphäre durch den Schnee nicht sehen konnte.

Ich wende mich nun zu einigen Bemerkungen über den *Wind*, der dieses Phänomen herbeiführte. Obgleich der Wind beinahe so heftig war, wie die grössten Stürme auf unsern Seen, so waren doch die Wellen nicht verhältnismäfsig tief. Dies schien von zwei Umständen herzurühren: erstens von der örtlichen Gestalt unsrer Küste, der zufolge ein Ostwind nicht über einen so grossen Umfang der See herstreicht, als ein Südwind, aus welcher Gegend unsre grössten Stürme kommen; zweitens

von der Richtung des Windes selbst, der nicht schräg von oben herab, sondern parallel mit der Oberfläche der See wehte.

Dieser zweite Umstand wurde durch die Erscheinung eines kleinen katalonischen Fahrzeuges, während der Zeit der Beobachtung, bestätigt, welches der Wind am 6ten Januar nahe bei Nizza ans Land trieb. Ich sah es mit einem Gewalt bei meinem Fenster vorbeistreichen, der zu widerstehen es nicht fähig war. Es wurde aber nicht sehr auf- und abgeworfen, sondern kam in einer kleinen Entfernung zum Ankern; die Heftigkeit des Windes riß es indess los und trieb es an die Küste, jedoch, wie es schien, ohne beträchtlichen Schaden, da es wenige Tage darauf sich wieder flott machte und seine Reise fortsetzte. Die Gewalt des Windes wurde nicht an diesem Schiffe allein, sondern noch an einer beträchtlichen Anzahl anderer wahrgenommen, die an den benachbarten Küsten verlohren gingen.

Dass die Mondwechsel von einer Veränderung des Wetters begleitet werden, ist eine Behauptung, die sowohl der Meinung des Prof. Toraldo sehr gemäß ist, als auch durch jede Beobachtung, die ich seit dem Anfange des Jahres 1789, als meine Aufmerksamkeit auf die Wasserhosen gespannt wurde, bis zum 19ten März, da aufs neue einige erschienen, anstellte, bestätigt wird. So kam auch diesmal genau mit jedem neuen Viertel das kalte Wetter zurück, welches den 27sten December mit dem Neumonde so plötzlich eingebrochen war. Ich konnte

mich in Rücklicht dieser Beobachtung gar nicht irren, da es in meiner Stube jedes Mahl während dieser zufälligen Kälte rauchte, was sonst nie der Fall ist. Zwei Tage nachher, da die Witterung wieder milde wurde, blieb auch der Rauch aus, und zeigte sich erst wieder bei dem folgenden Wechsel.

Den 19ten März blies der Wind, der den Abend vorher angefangen hatte, mit etwas weniger Heftigkeit als den 6ten Januar. Die Wolken waren von Ost gegen West zu aufgethürmt, aber nicht so dicht wie damals. Vierzig Minuten nach 11 Uhr des Morgens bemerkten wir *zwei Wasserhosen*, (Taf. II a, b, Fig. 4,) die sich zu gleicher Zeit, eine hinter der andern, fortbewegte. Die merkwürdigsten Umstände bei diesen Wasserhosen waren:

1. Der außerordentlich groſſe Umfang des Wolkenzipfels *d*, Fig. 4, von dessen Ende die wirkliche Hofe *b*, die ohne allen Vergleich dünner war, herabhing. Das Auffallende hiervon verschwindet aber, wenn man bedenkt, daß die ihr folgende Hofe, die von der Beschaffenheit der vorhin beschriebenen war, sie einigermaßen ihrer Stütze beraubte, so daß die obere groſſe Erweiterung des Wolkenzipfels ein Anfang der Auflösung, und die Düntheit der Hofe *b* ein Beweis von der geringen Intensität der wirkenden Electricität war; ein Schluß, der auch durch die folgenden Umstände bestätigt wird.

2. Eben so auffallend war das Unvermögen in den Füſſen dieser beiden Wasserhosen, ihr sie umge-

bendes Wassergefieder aufzurichten. Man sieht es ihnen an, (*a, b*, Fig. 4,) daß es mit Gewalt niedergehalten und verhindert wurde, so senkrecht in die Höhe zu steigen, wie dies bei den vorher beschriebenen geschah. Sowohl um die Spitzen dieser Wassergefieder, als auch in der Mitte des Kreises an der Oberfläche der See, zeigte sich ein kleiner Dunstkreis. Da sie aber nicht sehr ausgebreitet, und daher der Dünste nur wenige waren, so erhielten wir auch nur sehr wenig Schnee. Dieser hielt ungefähr eine halbe Stunde an; dann klärte sich das Wetter wieder auf. Während diese Wasserhosen vorüberzogen, hörte man 5 oder 6 mahl sehr entfernt donnern.

In der Zwischenzeit vom 6ten Januar bis zum 19ten März müssen sich noch andere Wasserhosen an der Küste von Provence gezeigt haben. Zum wenigsten sah ich mit Zuverlässigkeit einige aus den Wolken herabhängende Zipfel, und ihr Produkt, der gefrorne Schnee, reichte bis an unsere ersten Berge dießseits des Var. Da aber meine durch die Beyge der Provence beschränkte Aussicht mir nicht zuließ, diese Wasserhosen selbst zu sehen und eine Zeichnung oder Beschreibung von ihnen zu geben, so will ich hiermit meine Beobachtungen schließen und zu den Resultaten übergehn.

R e s u l t a t e.

Nach meiner Meinung sind die den 12ten April 1780 von mir bemerkten Thatfachen, (wofern mich

nicht Parteilichkeit für meine eignen Beobachtungen verblendet,) für die Physik von grossem Werthe; sowohl wegen der Nähe, worin die Wasserhose sich mir damahls zeigte, als auch wegen der Durchsichtigkeit der Dünste, die ihren Fuss umgaben, da man durch sie fast ganz deutlich das innere Kochen und Aufwallen bemerken konnte. Aus ihnen folgt:

1. Dafs innerhalb des Raums, der von dem Fusse der Wasserhose eingenommen wird, ein wirkliches Kochen in der See statt findet;

2. dafs die Dünste des Wassers, die in die Höhe getrieben werden, das Produkt einer Verdunstung sind, wobei das süsse Wasser von dem salzigen geschieden werden mufs, indem es durch Versuche bewiesen ist, dafs die Destillation das einzige Mittel ist, wodurch sich das Seewasser völlig versüfsen läfst.

Um sich dieses Phänomen, das wir damahls sahen, zu veranschaulichen, stelle man sich den ungeheuren Dampf und die Rauchwolken vor, die aus dem Rauchfange eines Backofens steigen, wie wir sie hier zu Nizza haben, worin ganz frisch geschlagenes Fichtenholz und in einer solchen Menge brennt, dafs man dabei grosse Quantitäten Brod bäckt. Auf diesem Rauchfange stehe ein gläserner Trichter, dessen Röhre zu unterst in die Oeffnung des Rauchfangs hineinpasse und der sich nach oben zu immer mehr erweiterte, und sich endlich in ein sehr weites Gefäfs endige. Man kann sich leicht vorstellen, dafs in dem engen Halse des Glastrichters

die aufsteigenden Dämpfe sich bald so zusammenpressen werden, daß er gänzlich undurchsichtig wird, und daß folglich in ihm die kräuselnden Wolken des aufsteigenden Dampfs gar nicht mehr von einander zu unterscheiden sind. Kommt dieser nun, von dem Feuer des Ofens fortgetrieben, in den obern weitem Theil des Trichters, wo er sich ausbreiten und verdünnen kann, so wird man ohne Zweifel die besondern Bewegungen der Dämpfe und die nach einander folgenden Aufwallungen des Rauchs bemerken können. Denkt man sich hierbei den Ofen weg, und statt des Rauchs die Dünste des kochenden Wassers, so bietet der gläserne Trichter eine sehr vollkommene Darstellung des Phänomens dar, das 1780 und 1789 den 6ten Januar von mir beobachtet wurde.

Man wird vielleicht einwenden, daß diese Thatfachen gar nicht mit der Theorie der Wasserhosen übereinstimmen, die Musschenbroek gegeben hat. Diesen Einwurf haben auch alle meine Freunde, die sich mit der Naturkunde beschäftigen, gegen die Erzählung unsrer 1780 angestellten Beobachtung gemacht, und sie bewogen mich, die öffentliche Bekanntmachung derselben einige Jahre aufzuschieben, weil es gar nicht möglich war, die Mittel, deren sich die Natur zur Hervorbringung der Wasserhosen bediente, und ihren Gebrauch, mit den Ideen jenes berühmten niederländischen Professors zu vereinigen. Da ich mich nur auf eine einzige Beobachtung, die zwar durch das Zeugniß zweier sehr

glaubwürdiger Männer unterstützt wird, berufen konnte, so verstand ich mich dazu; wiewohl ich mir schmeichelte, alle diese Einwürfe durch die Erzeugung einer künstlichen Wasserhose vermittelst der Electrirmaschine, so wie man auf diese Art Donner und Blitz nachahmen kann, sehr leicht widerlegen zu können. Denn dies hielt ich damahls und halte es noch heute für möglich. Aber nun sehe ich, der neuen Reihe von Beobachtungen, die die von 1780 bestätigen, zu Folge, sehr deutlich, daß die Prozesse der Natur von denen sehr verschiedenen sind, die Musschenbroek angiebt. Dieser kenntnißreiche und sehr genaue Beobachter hatte nie das Glück, dieses Phänomen in einer günstigen Stellung selbst beobachten zu können, und ist gleich unglücklich in seiner Erklärung, sowohl des vermeintlichen Herabfallens des Wassers, (das wirklich in der Wasserhose aufsteigt,) als der Bildung des Fusses, den er, seiner Theorie gemäß, bloß für eine Masse Seewassers, in seinem natürlichen Zustande, hielt. Ich kann es fest behaupten, ohne befürchten zu dürfen, daß die Erfahrung mich widerlegen wird, daß dieser Fuß, oder diese Atmosphäre, nichts anderes ist, als die Substanz der Wolken und Nebel.

Man muß auch ferner bedenken, daß zur Zeit Musschenbroek's die Theorie der Electricität noch so geringe Fortschritte gemacht hatte, daß er sich ihrer gar nicht zur Erklärung der feurigen Meteore bediente. Es ist daher auch nicht zu

ver-

verwundern, daß er sie nicht zu seiner Theorie der Wasserhosen zu Hülfe nahm.

Was ist denn aber das Agens, wird man vielleicht fragen, das dieses Kochen in der See verursacht, und die Dünste durch die Wasserhose zu der Wolke auftreibt? Bloß darauf zu antworten, daß dieses Agens die Electricität sey, ohne weitere Beweise darüber zu geben, ist in der That so viel als garnichts gesagt. Ich antworte auf diese Frage, daß ich die Resultate der Beobachtung dargelegt, und das erzählt habe, was ich auf das deutlichste sah. Ich glaube, daß ich die Ursache zu erkennen und zu bestimmen vermag, ohne darüber Beweise geben zu können: aber es soll mir sehr lieb seyn, wenn Männer von größerer Erfahrung und mehrern Kenntnissen mir mit Aufstellung dieser Theorie zuvorkommen. Ich halte es für besser, mein Urtheil noch aufzuschieben und dem verführerischen Vergnügen, jede Sache zu erklären, wodurch die Masse der Irrthümer in der Naturkunde so leicht vermehrt werden kann, nicht Gehör zu geben.

Die zweite Thatfache, welche sich von selbst in unsern Beobachtungen darbietet, ist die, daß sich zur Bildung der Wasserhosen zwei Ursachen, oder vielmehr zwei verschiedene Modifikationen einer und derselben Ursache vereinigen. Wenn der Fuß ohne die Wasserhose erscheint, so ist sie nicht die hervorbringende Ursach desselben, und der Fuß ist vielmehr ein Kochen oder Aufbrausen in der See, das auf diesem Flecke statt findet. Aber wie viel

interessante Fragen können nicht über diesen Theil des Phänomens aufgeworfen werden! Was ist das für eine Kraft, die den Fuß *a*, Fig. 3, auf seiner Stelle so lange bewegungslos fest hielt, obgleich ein heftiger Ostwind blies, bis der Zipfel der Wolke, die die Wasserhose bilden sollte, gerade über ihn zu stehen kam? Was ist das, was wie ein Sack aussah, sich aus der Wolke niederrollte, und schon zuvor in dem hervorspringenden Theile derselben vorhanden war? Da ich keine genugthuenden Antworten auf diese und ähnliche Fragen geben kann, so will ich zur dritten merkwürdigen Thatfache übergehen.

Wenn der Fuß einer Wasserhose sich dem Lande zu nähern beginnt, so zieht sich der Durchmesser desselben zusammen, seine Höhe nimmt ab, sein ganzes Volumen wird immer geringer, und er verschwindet endlich gänzlich, so bald er die Küste berührt. Nach genauer Beobachtung, die ich anstellte, schien es, als ob der Fuß, auch der größten Wasserhose, abzunehmen anfange, sobald die Tiefe der See unter ihm geringer als seine eigne Erhebung über ihre Oberfläche wird. Wenn dies wahr ist, wie ich gewiß glaube, so kann man daraus schließen, daß das Aufbrausen oder Kochen, welches die Wasserhose mit Wasser versieht und die den Fuß rings umgebenden Dünste bildet, sich vielleicht genau so weit in die Tiefe der See erstreckt, als der Fuß selbst sich über die See empor hebt, und daß die Quantität des Materials zur Ergänzung der

Dünste, in dem Verhältnisse abnimmt, als das Wasser feichter wird.

Erklärung der Kupfer.

Taf. I. Fig. 1 stellt den unvollkommenen Fuß *a* einer Wasserhose vor, der den 6ten Januar 1789, früh 5 Minuten nach 10 Uhr, gesehen wurde. Links sieht man die Wolken, welche zum Zenith ansteigen, doch noch beträchtlich entfernt sind. Dieser Fuß hatte Federn von Wasserdunst, die sich gleich Segeln erhoben, und wurde von dem Winde nach der Küste getrieben. In dem Verhältnisse, als er sich dem Lande näherte, zog er sich zusammen, und wurde in eine Nebelsäule verwandelt, die in dem Augenblicke, als das Wasser zu fehlen anfang, von dem Winde über das Land hingestürzt wurde. (*b*.)

Fig. 2. *a* ist die ungeheure Wasserhose, die denselben Tag, 8 Minuten vor Mittag, sich zeigte. Nichts konnte mehr einem brennenden Kriegsschiffe gleichen, als dieses Phänomen, ausgenommen, daß keine Flammen zu sehen waren. Ich habe mich bemüht, die beständigen Auswürfe oder Aufwallungen des sie umgebenden Dunstes und des aus der Mitte herausspritzenden Wassers darzustellen. Bei *b* sind die Ueberreste einer Wasserhose zu sehen, die zerstreut worden war, nachdem ihr Fuß das Land berührte.

Taf. II. Fig 3. *a* stellt den bereits gebildeten Fuß der zweiten Wasserhose dar, die wahrscheinlich die dritte war. Noch ist die Hose selbst nicht da. Bei *b*

ist der Wolkenzipfel zu sehn, der schief nach Osten hin gerichtet war, und mit der Wolke nach Westen sich bewegte. Bei *c* kann man sehn, wie der Zipfel *b*, nachdem er über den Fuß zu stehen kam, sich senkrecht richtete, und sich augenblicklich wie ein weiter Sack, von der Gestalt eines umgestürzten Kegels, entfaltete. Er war fast ganz durchscheinend, wie Gaze. Sobald sich dieser aus der Substanz der Wolke bestehende Sack aus einander gewickelt und sein schmales Ende auf den Boden des Fußes *d* fest gesetzt hatte, welches innerhalb 3 oder 4 Sekunden geschah, wurde er gerade und ohne Falten. Ein Dunst, gleich dem, der 1780 gesehen wurde, stieg sogleich in diesem Sacke, als in einer Röhre, auf. Er erweiterte ihn zu der Gestalt einer Wasserhose, benahm ihm seine Durchsichtigkeit, und gab ihm eine dunkle Indigo-Farbe, wie sie die Wolken hatten. In demselben Augenblicke bewegten sich der Fuß und die Hose von Osten nach Westen; beide folgten dem Laufe, den der Wind den Wolken gab, an welchen die Hose hing. Nachdem diese Wasserhose zernichtet war, bot die folgende dasselbe Phänomen, wie die andern dar. Es muß bemerkt werden, daß die Entfernung des Zipfels *b* von dem bereits gebildeten Fuße *a*, hier in der Zeichnung nicht konnte gehörig gezeichnet werden. Dieser Zipfel war, als er zuerst bemerkt wurde, über eine französische Meile von *a* entfernt, wahrscheinlich hatte er sich schon in einer größern Entfernung gezeigt. Die zweite

und dritte Wasserhose waren, allen ihren Ausdehnungen nach, etwas kleiner als die erste.

Fig. 4 zeigt die beiden Wasserhosen, die den 19ten März dicht hinter einander herzogen. Der Wind war nicht so heftig und die See nicht so unruhig als den 6ten Januar; die Wolken thürmten sich nicht so sehr und waren auch nicht so finster. Die Intensität des Phänomens war auch verhältnißmäßig geringer. Bei *a* und *b* kann man sehen, daß die den Fuß umgebenden Dunst- und Wasserbüschel nicht die Kraft hatten, sich, wie die in den vorhergehenden Figuren, in die Höhe zu richten, sondern daß sie vom Winde niedergehalten wurden. Die Erweiterung des obern Theils der Hose *d*, schien ein Anfang der Auflösung zu seyn, so wie sie bei *b*, Fig. 2, beobachtet worden war. Diese zwei Wasserhosen nahmen ihren Lauf über Antibes hinaus. Die vom 6ten Januar erreichten die Küste zwischen der Stadt Antibes und der Mündung der Var. Den Weg, den sie von der Zeit, als sie zuerst bemerkt wurden, bis zu der Küste zurücklegten, kann man auf 5 oder 6 gemeine französische Meilen schätzen.

Noch muß hier wieder bemerkt werden, daß die Zeichnungen die Wasserhosen in ihrer scheinbaren, nicht in ihrer wahren Größe, verhältnißmäßig darstellen. Fig. 1 zog nur einen Büschenschuß weit vor meinem Fenster vorbei: die Wasserhosen Fig. 2, 3 und 4 blieben dagegen 2 bis 3 Seemeilen entfernt, und waren also nach eben dem Verhältnisse größer, nach welchem sie weiter abstanden.

IV.

BESCHREIBUNG

einer Wasserhose auf dem Genfer See,

vom

Berghauptmann WILD

zu Cuilly. *)

Diesen Morgen, (am 1sten Nov. 1793,) wurde ich um 8 Uhr 55 Minuten benachrichtigt, daß sich auf dem See etwas sehr sonderbares zeige. Ich brauchte mich nur umzuwenden, um in der That ein eben so prachtvolles als seltnes Phänomen wahrzunehmen. Der Schauplatz war mitten auf dem See, etwas östlich vom Dorfe Meillerie. Der Himmel war sehr ungleich bewölkt; links und rechts von jener Stelle schneiete es über dem Boveret und auf den Höhen von Evian; mir gegen über waren die Berge von sehr schwarzen Wolken umgeben, und aus diesen stieg eine schwarzgraue, sehr dicke Säule so herab, daß man sie hätte für eine feste Masse halten können. Sie war sehr scharf begränzt, die Ränder der Länge nach abgeschnitten, (*ses bords tranchés sur la longueur,*) und sie stand ganz einzeln da, wie sie Taf. III, Fig. 1 unter *a* dargestellt ist. Der Fuß *c* dieser Säule war am stärksten durchsichtig, kaum sichtbar, und hatte ganz das Ansehn eines aufsteigenden, fast aufgelöseten Dunstes. Das

*) *Journal de Physique*, t. 1, p. 39.

schäumende Wasser des Sees, d, spritzte bis auf eine Höhe, die ich auf mehr als 100 Fufs schätzte, die aber wahrscheinlich noch viel mehr betrug; und dieses war der schönste Theil des Schauspiels. Der See darunter schien ausgehöhlt; wiewohl das eine Täuschung seyn konnte. Der horizontale Durchmesser der anspritzenden Wassermasse schien sehr beträchtlich zu seyn; ich schätzte ihn auf 1°, so wie die ganze Höhe der Wasserhole auf 8° scheinbarer Gröfse. Setze ich daher die Entfernung des Phänomens von meinem Standorte auf eine Berner Meile oder 18000 Fufs, so würde ihr Durchmesser 315, und ihre Höhe 2000 pariser Fufs betragen haben.

Ich beobachtete die Erscheinung mit einem kleinen Dollond; mein grosses Fernrohr aufzustellen, hatte ich nicht Zeit genug, da sie schon nach 3 Minuten, nachdem ich sie zuerst wahrgenommen hatte, verschwand. Dieses geschah plötzlich, so dafs binnen einer halben Minute auch alle Spuren derselben fort waren; fast so, wie die Dichter das Verschwinden der Geister zu schildern pflegen, und ihr unterster Theil zuerst. Während die Säule sich auflöfete, zeigten sich einen Augenblick lang einige Dünste, zerstreuten sich aber so schnell, dafs man sie kaum wahrnehmen konnte. Die letzte Spur von Dünsten war über der Wasserfläche. Und das war alles, was ich bemerken konnte.

Meine Zeichnung finden alle, die das Phänomen gesehen haben, treu. Das Barometer stand auf 26 Zoll $7\frac{1}{2}$ Linien, folglich 5 Linien unter seinem

mittlern Stande am Genfer See; das Reaumur. Thermometer auf $5\frac{1}{2}$ Grad.

Wasserhosen, bemerkt hierbei Pictet, sind auf dem Genfer See außerordentlich selten; wozu die Witterung, die Temperatur und der nicht-electrische Zustand der Luft das Ihrige beitragen mögen. In diesem Falle scheine keine Electricität mit im Spiele gewesen zu seyn. Der Theil des Sees, worin sich die Wasserhose zeigte, ist den Sturmwinden ziemlich ausgesetzt, die von den Gebirgen im Chablais plötzlich herabfahren. Vielleicht dafs einerlei Ursach diese Stürme und die Wasserhosen, je nachdem sie sich verschieden modificirt, veranlaßt.

V.

BESCHREIBUNG

*einiger Wasserhöfen und eines ähnlichen
Phänomens im atlantischen Meere,*

beobachtet

vom

Schiffs - Lieutenant J. B. BAUSSARD. *)

1. *Wasserhöfe, auf der Nordseite der Insel Cuba den
12ten Juli 1782 beobachtet.*

Da eine genauere Kenntniß der Wasserhöfen die
Physiker und die Seeleute interessiert, und man dazu
nur durch eine große Menge von Beobachtungen,
mit Figuren begleitet, gelangen kann; so halte ich
es für Pflicht, diejenigen bekannt zu machen, wel-
che ich Gelegenheit zu beobachten hatte.

Als ich mich den 12ten Juli 1782, Morgens um
7 Uhr 45', auf der Nordseite von Boca de la grande
Caravelle, an der Nordseite der Insel Cuba, 6 See-
meilen weit von der Küste, auf der königlichen
Fregatte Northumberland befand, auf der ich dien-
te, (es war ein schöner und sehr warmer Tag
bei nebligem Horizonte und wolkenfreiem Him-

*) *Journal de Physique etc., par Delamétherie,
Tome 3, p. 346.*

mel,) erhob sich plötzlich eine Wasserhose in einiger Entfernung vom Vordertheile. Während das Schiff den Raum einer Viertelmelle durchlief, und sich dieser Wasserhose gezwungen immer mehr näherte, nahm sie beträchtlich zu, bis sie ungefähr noch 400 Toisen entfernt war. In diesem Zeitpunkte schien der Durchmesser ihrer Grundfläche 4 Toisen, des untern Theils der Säule 4 Fufs und des mittlern Theils derselben 10 Fufs zu betragen; der obere Theil erweiterte sich und bildete die Wolke.

Ein leichter Nord-Ostwind schien die Wasserhose und das Gewölk, welches sie bildete, (*quelle servit à former.*) vor sich her zu treiben. Als beide sich einigen Schiffen der Flotte bis auf Kanonenschußweite genähert hatten, wurden mehrere Kanonenkugeln gegen sie abgefeuert. Diese thaten die beste Wirkung, indem sie das Zufließen des Meerwassers, welches schnell in die Höhe krieselte, unterbrachen. Die Wasserhose wurde nun unten schwächer, und trennte sich bald darauf ganz von ihrem Fulse, worauf das Kochen und Aufbrausen (*bouillonnement,*) aufhörten.

Die innere Bewegung schien, wie ich schon bemerkt habe, mit Regelmäßigkeit von unten nach oben zu gehn, und hörte damit auf, indem sie sich gänzlich zerstreute, das Gewölk zu bilden, das unfern ganzen Horizont bedeckte. Der Donner, der sich hören zu lassen anhub, wurde nun stärker, und ein Blitzstrahl traf eins der spanischen Schiffe von

der Escadre des Generals Cordova, und zerbrach zwei der Schiffsrazen. Unmittelbar darauf fiel ein heftiger Regen, der über eine Stunde lang anhielt und die Luft merklich abkühlte. — Die Säule dieses Wasserhebers war stets minder dunkel als das Gewölk, und gegen das Ende zu um vieles heller. Das Phänomen dauerte ungefähr $\frac{3}{4}$ Stunden, während dessen das Schiff und die Wasserhose sich ungefähr $1\frac{1}{2}$ Meilen entfernt hatten.

Die Physiker sind nicht ganz über die Art einig, wie sich die Wasserhosen bilden. Einige behaupten, das Meerwasser steige an, so wie ich es bemerkt habe, und bilde die Wolke, die darüber hängt, oder vermehre sie wenigstens beträchtlich; andere lassen dagegen die Wasserhose von der Wolke herabkommen, und glauben dieses sey immer der Fall. Ich habe mehrmahls bei einem fast wolkenfreien Himmel Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß die Wasserhosen sich zuerst aus dem Meere erheben, die Wolke erzeugen oder doch vergrößern, und Stürme veranlassen; folglich kann das dumpfe Getöse, welches man hört, und das Aufkochen im Fusse, nicht vom Wasser, das aus den Wolken fällt, verursacht werden, sondern beides rührt von den Wassertheilen des Umkreises her, welche stärker verdichtet sind oder mit geringerer Kraft in die Höhe getrieben werden, als die im Centro des Hebers. Diese letzte Meinung bestätigt auch der Augenschein, indem ich das Wasser merklich in die Höhe steigen, aber nicht

wieder herunterfallen sah. Im letztern Falle wäre es auch nicht zu begreifen, wie nicht alles Wasser aus der Wolke gleichfalls durch die Säule der Wasserhose herabfließen sollte.

Was die Ursach des Phänomens betrifft, so könnte man vielleicht auf den Gedanken gerathen, daß unterirdische Entzündungen, wenn sie schnell aus dem Grunde des Meeres herausdringen, die Wasserhosen und das Aufsteigen des Wassers in ihnen verursachen. Allein die Erscheinung ist zu häufig, als daß man sie dieser einzigen Ursach zuschreiben könnte; wahrscheinlich wirken dabei verschiedene Ursachen zusammen.

2. *Zwei Wasserhosen, auf der Ostseite der Insel Teneriffa am 22sten Nov. 1796 beobachtet.*

Das Schiff, die schöne *Angelica*, welches zu einer naturhistorischen Expedition ausgerüstet war, und worauf ich mich als Schiffs-Lieutenant befand, lag am 22sten November 1796 auf der Rhede von Santa Cruz bei der Insel Teneriffa vor Anker. Das Wetter war Nachmittags sehr schön, Nachts aber stürmisch und regnig; es blitzte stark aus Süden, und es fielen zwischen 10 Uhr Abends und 3 Uhr Morgens starke Regenschauer. Da beim Aufgange der Sonne das Wetter schön, der Himmel von Zeit zu Zeit bedeckt, und die See an der Küste um so ruhiger war, da der schwache Wind, wel-

cher wehete, aus Nordwest kam: so benutzte ich diese Umstände, um die Rhede von S. Cruz in ihrem ganzen Umfange, zum Behufé meines hydrographischen Plans derselben, zu sondiren. Um 9 Uhr Morgens bemerkte einer von den Leuten, die mit mir in dem Boote waren, nach Süden zu auf der Höhe des Meeres den Anfang einer Wasserhose, welche sich auf eine eigne Art bildete, und benachrichtigte mich davon sogleich.

Als ich hinblickte, stand die Wasserhose schon da. Die unbewegliche und wenig ausgedehnte Wolke, welche senkrecht über ihr hing, war oben schmutzig weifs, und unten, wo die Wasserhose daran stiefs, dunkelbraun. Da ich ungefähr eine französische Meile von dem Entstehungsorte der Wasserhose entfernt, und in meinem Boote nicht hoch über der Meeresfläche erhaben war, so konnte ich, während sie sich vergrößerte, weiter nichts als eine verworrene Bewegung des Wassers im Innern der Säule, und ein sehr starkes Aufbrausen im Fusse derselben wahrnehmen, welcher ungefähr einen dreimahl grössern Durchmesser als die Säule haben mochte. Der innere Theil des Hebers war durchsichtiger als das Uebrige, so dafs ich auch diesmal das Wasser regelmäfsig, und mit unglaublicher Schnelligkeit darin ansteigen sah, wobei sich die Wolke beträchtlich an Umfang vergrößerte, und mannigfaltige Farben annahm. Die Hauptfarbe des obern Theils war röthlich, des untern, der an die Wasserhose stiefs, schwärzlichbraun.

Ich hatte dieses Phänomen ungefähr 15 bis 20 Minuten lang beobachtet, als ich plötzlich dicht östlich bei der ersten eine zweite Wasserhose entstehen sah, die jedoch, nachdem sie eine Viertelstunde, ohne sich merklich zu vergrößern, gedauert hatte, sich von ihrem Fusse trennte, worauf alsbald das Aufbrausen und die ganze Wassersäule verschwanden, so daß man von ihr nichts weiter sah, als den Wolkenzipfel, an dem sie saß. Sie war anfangs conisch. Der Fuß des Hebers schien nicht über 1 Fuß, der mittellste Theil 2 Fuß, und der oberste, der an die Wolke stieß, 10 bis 12 Fuß dick zu seyn, und das aufbrausende Meerwasser im Fusse war verhältnißmässig viel stärker als die Säule, und stieg bis auf ungefähr 12 bis 15 Fuß unter dem Heber. Der übrige aufkochende Theil hatte eine längliche Gestalt. *) Auch in ihr stieg das Wasser regelmässig in die Höhe. Ihre Säule war dunkler, dagegen die der ersten Wasserhose lichter, als die über beide hangende Wolke, letztere zuletzt sehr hell.

Um 10 Uhr Morgens wurde das Wetter stürmisch, doch ohne Blitz und Donner, und es regnete abwechselnd den Nachmittag über; hätten nicht die

*) Die kegelförmige Gestalt des aufbrausenden Wassers im Fusse dieser Wasserhosen, ist noch ein Beweis mehr, daß das Wasser in ihnen nicht fällt, sondern steigt, und die Wolke bildet oder sie doch sehr vergrößern hilft.

Winde das Gewitter nach der Mittagsseite der canarischen Insel gejagt, so würden wir vielleicht noch stärkere Schlagregen gehabt haben. Gegen Abend war das Wetter merklich abgekühlt, obgleich die Spinne von Zeit zu Zeit durchgeschienen hatte, und die folgende Nacht war so kühl, daß das Reaumur-Thermometer beim Aufgange der Sonne am 23ten November auf 14° stand, indeß es an den vorhergehenden Tagen bei Sonnenaufgang über 16° Wärme zeigte.

3. *Beobachtung eines mit den Wasserhosen verwandten Phänomens.*

Ich bemerkte am 6ten December 1796 vor Aufgang der Sonne, vom Bord der schönen *Angelica*, welche auf der Rhede von S. Cruz bei der Insel Teneriffa vor Anker lag, folgendes Phänomen. Den Tag vorher war der Himmel abwechselnd bedeckt gewesen; am Abend und die Nacht hindurch blitzte es; es blies ein frischer Süd-Südwest-Wind, und das Meer warf hohe Wellen, wobei das Schiff stark nach vorn und seitwärts schwankte.

Kurz vor Aufgang der Sonne zeigte sich am Horizonte ein mir ganz neues Phänomen, welches meine Aufmerksamkeit fesselte. Während der 3 bis 4 Minuten, die es über dem Horizonte sichtbar war, hatte es unverändert die Gestalt des Schwengels einer Feuerspritze, war aurorafarbig, und

berührte mit dem untern Ende den sichtbaren Horizont, mit dem obern eine ferne, 3 bis 4 Grad über die Stelle des Horizonts erhabne Wolke, wo der obere Sonnenrand sehr hell aufstieg, und dieses kleine Phänomen verschwinden machte, welches mit der physischen Ursach des Blitzes zusammenzuhängen scheint, da es die Gestalt desselben, doch ohne dessen Lebhaftigkeit hatte. Das Resümür. Thermometer stand damahls auf 16° , und zu Mittag auf 17° .

VI.

BEMERKUNGEN

gegen GIRTANNER'S Meinung vom Stickstoffe, und gegen die vorgebliche Absorption des Sauerstoffs durch die reinen Erden,

von

BERTHOLLET

in Paris. *)

Schon vor geraumer Zeit hatte Priestley aus einigen seiner Versuche anfangs geschlossen, destillirtes Wasser lasse sich, durch Kalk und vorzüglich durch Thon, oder auch ohne beide Stoffe, in Sandstein- oder matten Glas-Retorten in Luft verwandeln; zeigte aber gleich selbst das Trügerische dieses Versuchs, in welchem die Luft durch die Gefäße hindrang. Guyton fügte zu Priestley's Bemerkungen einige hinzu, **) und damit lohien diese Sache abgethan zu seyn.

Indefs erschien wieder ein Aufsatz Wiegleb's, worin er behauptete, durch Versuche dargethan zu haben, das Gas, welches man beim Durchgehn von Wasserdämpfen durch glühende irdene Röhren erhalte, sey lediglich der Vereinigung des Wärme-

*) *Annales de Chimie*, t. 35, p. 23 — 31. d. H.

**) *Encyclop. méthod.: Chimie*, t. 1, p. 674. d. H.

Annal. d. Physik. B. 7. J. 1801. St. 1.

stoffs mit den Wasserdämpfen zuzuschreiben, und aus dieser Vereinigung entspringe Stickgas. Ihn wiesen Deiman, van Troostwyk und Lauwerenburgh zurecht, indem sie alle Umstände jener vorgeblichen Erzeugung von Stickgas mit der größten Sorgfalt untersuchten, und daraus den Schluss zogen: „dass das Stickgas, welches man in gewissen Fällen beim Durchgange von Wasserdämpfen durch glühende Röhren erhält, lediglich von der äussern Luft herrührt, deren Sauerstoffgehalt das Feuer, welches die Röhre umgiebt, verzehrt, und dass die vorgebliche Erzeugung von Stickgas hierbei, leerer Wahn sey.“*)

Nach dem allen tritt Girtanner noch einmal mit jener Behauptung auf,**) gestützt auf Thatfachen, deren meiste von andern entlehnt und schon hinreichend beleuchtet sind. Folgendes ist sein Hauptgrund: „Lässt man Wasser in einer gläsernen oder andern Retorte kochen, so erhält man Stickgas;“ wobei er die Vorsicht angiebt: „um das Stickgas in grösserer Menge zu erhalten, muss man das Wasser nur sehr langsam über einem mässigen Feuer verdampfen lassen.“ „In allen diesen Fällen“, sagt er, „bemerkt man ohne Ausnahme, dass, so wie

*) Vergleiche auch *Annalen der Physik*, II, 201, 369, und Scherer über die Verwandlung des Wassers in Stickstoffgas. Halle 1800. d. H.

**) *Annales de Chimie*, t. 34, p. 1—40, und Scherer's *allgem. Journ. d. Chemie*, B. 4, S. 203. d. H.

der letzte Wassertropfen verdampft ist, die Erzeugung des Stickgas aufhört, dauert gleich das Feuer fort.“

Eine mit so viel Zuversicht vorgebrachte Behauptung bestimmte mich, den Versuch unter der angegebenen Vorichtsregel mit einer ansehnlichen Menge frisch destillirten Wassers, einmahl mit wohl gewaschenem Niederschlage aus einer Alaunauflösung durch Pottasche, das zweite Mahl mit einem sehr weissen Thone zu wiederholen. Ungeachtet beide Versuche eine geraume Zeit lang dauerten, entwickelte sich in ihnen doch gar kein Gas, und das Resultat stimmte vollkommen mit dem der holländischen Physiker überein. Und diese so leicht zu widerlegende Thatfache ist es doch vorzüglich, auf welche Girtanner sein System von der Zusammensetzung des Stickstoffs und von der Atmosphäre baut, „die keinesweges, wie man bisher glaubte, ein Gemisch von Sauerstoffgas und Stickstoffgas, sondern vielmehr ein Gemisch aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas ist; ein Wasser in Gasgestalt. „Wird durch chemische Versuche, die man sehr uneigentlich eudiometrische genannt hat, der Sauerstoff der Luft vom Wasserstoffe geschieden, so ist das nie völlig möglich; immer bleibt ein Theil des Sauerstoffs noch mit dem Wasserstoffe chemisch verbunden, und bildet das, was wir Stickgas nennen.“

Wenn wir Sauerstoffgas und Wasserstoffgas unter einander mischen, so machen wir also, nach Hrn.

Girtanner's Meinung, atmosphärische Luft; die Verschiedenheit des specifischen Gewichts, der Eigenschaften in allen Versuchen, und der Produkte beim Verbrennen, scheinen wohl Hrn. Girtanner zu unbedeutend zu seyn, um darauf zu achten.

Bouillon - Lagrange hat bei Gelegenheit des Girtannerschen Aufsatzes noch zahlreichere Versuche als ich angestellt, die aber ganz dasselbe Resultat geben. Auch er erhielt kein Stickgas, er mochte das Wasser allein, oder mit Thon, oder mit der reinsten Kieseelerde in einer Glas-Retorte, an die er eine gläserne oder porcellanene Röhre angebracht hatte, kochen lassen. — Er füllte in eine ähnliche Röhre Kalkerde, die er aus weißem Marmor erhalten hatte, und ließ durch sie Wasserdämpfe in Kalkwasser steigen; es entband sich etwas Kohlensäure, und bildete kohlenfauren Kalk, aber nicht das mindeste Stickgas. Der Erfolg war derselbe, als er Thon in die Röhre füllte. — Läßt man Wasserdämpfe durch eine Porcellänröhre über Blei gehn, so verwandelt sich dieses Metall zum Theil in gelben Bleikalk und verglast sich; aber Stickgas wird dabei nicht entwickelt. Zinn, auch Zink, werden auf dieselbe Art in der Röhre oxydirt, und man erhält Wasserstoffgas, welches, als es Bouillon - Lagrange über geschmolzenen Schwefel fortgehn ließ, lediglich Schwefel-Wasserstoffgas, und kein Stickgas gab. Eben so wenig wenn er es mit Sauerstoffgas mischte und durch den electricen Funken abbrannte, wobei sich

Wasser bildete und nicht das mindeste Stickgas zeigte.

Girtanner's Meinung steht mit der Behauptung des Herrn von Humboldt in Verbindung, daß der Sauerstoff von den einfachen Erden, vorzüglich von der reinen Thonerde, verschluckt werde; nur daß Humboldt dieses Verschlucken für eine bloße Trennung des Sauerstoffs, der figirt wird, von dem in Gasgestalt zurückbleibenden Stickstoffe hält, nach Girtanner dagegen das Stickgas erst durch die Operation erzeugt wird, und nicht als Stickgas vor dem Versuche in der Luft vorhanden war, indem erst die Erden die atmosphärische Luft darein verwandeln sollen.

Schon der jüngere Sauffüre widersprach den Resultaten der Humboldtschen Versuche, die dieses darthun sollten, förmlich im *Journal de Physique*.*) Er giebt zu, daß der Humus, (welcher ein Gemisch zeretzter und noch unzeretzter Pflanzentheile ist,) das Sauerstoffgas verschluckt, und das ist eine bekannte Thatsache, bezeugt aber, „diese Wirkung finde bei reinen, von allen vegetabilischen Theilen befreiten Erden nicht statt,“ und beschreibt mehrere Versuche, die er mit Thonerde, Kalkerde und Kiesel Erde angestellt hatte.

*) Man findet diese Streitschriften in den *Annal. der Physik*, I, 501, 505. d. H.

Im Pluviose-Stück des *Journal de Physique* *) findet sich darauf eine im Lehnstone abgefaßte Antwort Humboldt's, die ungefähr dieselben Behauptungen, als sein erster Aufsatz, sammt einer Art von Garantie enthält, die er davon hernimmt, daß er seine Versuche im Laboratorio Vauquelin's und Fourcroy's angestellt habe. Gewiß eine sehr gültige Autorität, hätten diese beiden gelehrten Chemisten mit ihm cooperirt. Daran fehlt aber so viel, daß vielmehr, wie man aus dem Aufsatze erieht, gerade die Versuche, die in ihrer Gegenwart angestellt wurden, mißriethen.

Man hat mir versichert, der berühmte Fabroni aus Florenz habe um dieselbe Zeit die Humboldtschen Versuche wiederholt, doch ohne Erfolg. — Champy der Sohn, ein sehr genauer Beobachter, wiederholte sie in Kairo mit Thonerde, mit Kalkerde und mit dem Nilschlamm, bei einer Temperatur von 24° bis $28,8^{\circ}$ R., und fand keine Absorption. Dabei ist zu bemerken, daß der Nilschlamm einige Pflanzentheilchen enthält, so daß er beim Destilliren etwas Kohlenäure und Kohlenstoff-Wasserstoffgas giebt. — Chaptal wiederholte die Humboldtschen Versuche zu Montpellier, ohne eine Absorption wahrzunehmen.

Ich selbst erhielt lange Zeit feuchte Thonerde mit atmosphärischer Luft und mit Sauerstoffgas in Berührung, ohne daß sich die mindeste Abfor-

*) *Annalen der Physik*, I, 509.

ption zeigte. Da ein Chemist meldete, das Verschlucken finde beim Schütteln statt, so wurde auch dieses mit vieler Geduld angewendet, aber eben so fruchtlos. Ich wiederholte den Versuch mit dem weissen Thone, den ich von Guyton erhielt, und bemerkte eben so wenig Absorption; und doch gab dieser Thon im Feuer etwas Kohlensäure und eine geringe Menge Kohlenstoff-Wasserstoffgas. *)

- *) Eine wunderbare Verschiedenheit in den Resultaten so höchst einfacher Versuche, die vielleicht am ersten Herr Dr. Emmert heben und aufklären könnte, der die Humboldtischen Versuche mit glücklichem Erfolge wiederholt und fortgesetzt hat. *Annalen der Physik*, VI, 101. d. H.
-

VII.

FORTGESETZTE BEOBACHTUNGEN

über chemische Wirkungen der galvanischen Electricität,

VON

W. CRUICKSHANK

zu Woolwich. *)

(*Annalen der Physik*, VI, 360.)

1. *Fernere Bemerkungen über die Zersetzung des Wassers, und einiger Niederschläge aus Auflösungen, durch galvanische Electricität. Versuch einer Theorie derselben.*

Um die Gasarten, in welche das Wasser und andere Flüssigkeiten durch den Galvanismus zersetzt wer-

*) Zusammengezogen aus Nicholson's *Journal of natur-philos.* Vol. IV, pag. 154 — 164. Dals ich durch die Art, wie ich die wichtigern Aufsätze der Ausländer über die neuen Entdeckungen im Reiche des Galvanismus, für die *Annalen der Physik* theils schon bearbeitet habe, theils fernerhin noch bearbeiten werde, mir den Dank der Leser zu verdienen hoffe, kann ich hier nicht unbemerkt lassen. Was ich ihnen übergebe, sind nicht an die Worte klebende Uebersetzungen, die nur zu oft ganz ungenießbar sind, auch nicht bloße Auszüge, am wenigsten solche, die aus gelehrten Zeitungen und Briefen zusammengerafft wären; sondern ich suchte darin durch eigne Uebearbeitung Alles,

den, mit möglichster Genauigkeit untersuchen zu können, bediente ich mich bei diesen fortgesetzten

was jene Aufsätze enthalten, nur deutlicher, leichter übersehbar, und mehr in die Augen springend wiederzugeben, damit der Leser nicht unter der Menge kleiner Thatfachen erliegen, und, ohne doch sie selbst zu missen, wobei keine gründliche Belehrung statt finden würde, nicht durch sie die Uebersicht verlieren möge. Ich weiß nicht, ob ich mich irre, wenn ich dieses für den besten Weg halte, den Annalen den Ruhm zu sichern, den sich Gren's *Journal der Physik* mit Recht in der Lehre vom Galvanismus erworben hatte. In früher Bekanntmachung der interessanten hierher gehörigen Aufsätze der Ausländer, sind, wie die Leser wissen, alle deutschen Journale und Magazine hinter den Annalen zurückgeblieben; ich hoffe, sie werden auch in der Art der Mittheilung ihnen nachstehn. — Noch zwei wichtige Aufsätze über die Voltaische Säule sind schon in meinen Händen, (Versuche über die Wirkung von Säulen verschiedner Metalle auch im luftverdünnten Raume und in verschiednen Gasarten, und Nicholson's Zurückführung der Theorie der Säule auf die Lehre von der Electricität,) täglich sehe ich dem umständlichen, gewiss sehr interessanten Aufsätze Herrn Ritter's in Jena entgegen, den er mir versprochen, (*Annal.*, VI, 470,) und der die genügendsten Nachrichten von seinen merkwürdigen Versuchen mit der Voltaischen Säule enthalten wird. Theils um die Stärke dieses Stücks nicht allzusehr zu überschreiten, theils um den Leser mit allzuvielm Guten nicht zu überfüllen, behalte ich indess diese Aufsätze für die nächsten Stücke zurück. d. H.

Verfuehen des *Golddrahts* und *vergoldeten Silberdrahts*, die durch die galvanische Electricität bei weitem nicht so stark als Drähte aus reinem Silber angegriffen werden. *) Das auf diese Art entwicelte Gas bestand beinahe zu $\frac{1}{3}$ aus Sauerstoffgas; auch war der Gasstrom, der längs des Drahtes von der Zinkseite der Voltaischen Säule aufstieg, viel beträchtlicher, als wenn die Drähte aus bloßem Silber oder aus Kupfer bestehn.

Ich füllte darauf eine weithalsige 3 Unzen-Flasche mit sehr reinem *Kalkwasser*, pflropfte sie leicht zu, stieß zwei Golddrähte durch den Korkstopfel, und setzte die Flasche umgekehrt in eine Schale mit reinem Wasser. Sobald die beiden Drähte mit den Endplatten der Voltaischen Säule in Verbindung gesetzt waren, trat die Gasentwicklung ein, und zwar am stärksten von der Silberseite, und nach 4 Stunden war die Flasche mit Gas gefüllt. Eine Mischung von einem Theile dieses Gas mit 2 Theilen Salpetergas verminderte sich um 1 Theil, und es blieb Salpetergas und Wasserstoffgas als Rückstand. Vier Theile des erhaltenen Gas durch den electrischen Funken über Quecksilber entzündet, verschwanden bis auf $\frac{1}{17}$ eines Theils, welches nicht weiter entzündbar war und Stickstoff zu seyn schien.

*) Mit solchen und mit Kupferdrähten waren alle die interessantesten Versuche Cruickshank's angestellt, deren der Leser sich aus den *Annalen*, B. VI. St. 3, erinnern wird.

Diesen Versuchen nach besteht also das durch Golddrähte aus dem Wasser erhaltne Gas beinahe aus 2 Theilen Wasserstoffgas, 1 Theil Sauerstoffgas und aus etwas Stickgas.

Dafs das Wasserstoffgas sich von der Silberseite, und das Sauerstoffgas von der Zinkseite der Voltaschen Säule her entwickelt, ist eine Vermuthung Nicholson's, *) die noch durch keinen Versuch bewährt war. Um sie zu prüfen, bog ich vor dem Löthrohre eine 10 Zoll lange Glasröhre in die Form eines lateinischen V; und machte, da sie noch glühend war, an der Spitze des Winkels eine Oeffnung von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser. Beide Schenkel der Röhre wurden mit wohl verkütteten Korkstöpseln versehen, und durch sie Golddrähte hineingeschoben, so dafs die Enden beider Drähte am Winkel der Biegung ungefähr 1 Zoll von einander abstanden. Diese Röhre füllte ich mit Wasser, stellte sie, ohne dafs davon etwas herausflofs, den Winkel zu unterst, in eine Theetasse mit Wasser, und setzte die Drähte mit der Säule in Verbindung. Durch diese Vorkehrung erhielt ich die Gasart, die sich aus jedem Drahte entwickelte, völlig von der andern abgesondert, und als sich genug angesammelt hatte, prüfte ich sie auf folgende Art.

Ein Maafs des Gas von der Silberseite wurde mit 1 Maafs Salpetergas vermischt; es erhoben sich einige rothe Dämpfe, und das Ganze verminderte sich um

*) *Annalen der Physik*, VI, 355.

$\frac{1}{2}$ eines Maasses. Der Rückstand war Salpeter- und Wasserstoffgas. Als 2 Maass dieses Gas mit 1 Maasse reinem Sauerstoffgas durch den electrischen Funken über Quecksilber entzündet wurden, verschwand alles bis auf $\frac{1}{2}$ Maass. Dieser Rückstand schien, nach der Probe mit Salpetergas, hauptsächlich aus Sauerstoffgas zu bestehen. Noch einige Zeit nach der Explosion war ein dichter weißer Dampf über dem Quecksilber zu sehen. — Ein Maass des Gas von der Zinkseite mit 2 Maass eines sehr reinen Salpetergas gemischt, verschwand damit fast gänzlich, und als noch 1 Maass Salpetergas hinzugesetzt wurde, betrug die entstandne Verminderung beinahe völlig 3 Maass. Diese Versuche scheinen zu beweisen, daß das aus dem Drahte von der Silberseite strömende Gas hauptsächlich aus Wasserstoffgas besteht, und das aus dem Drahte von der Zinkseite strömende Gas beinahe völlig reines Sauerstoffgas ist.

Ich hat mir nun zwei kleine Stücke *Platin-drähte* von Hrn. Nicholson aus, befestigte sie an Silberdrähte, und bekleidete diese letztern mit einer Mischung aus Harz und Wachs, so daß bloß das Platin der Wirkung des Wassers ausgesetzt blieb. Ich erhielt so dieselben Gasarten, nur war das Sauerstoffgas nicht ganz so rein, oft mit $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ Stickgas gemischt. Wurden die erhaltenen Gasarten durch den electrischen Funken über Quecksilber explodirt, so betrug der Rückstand an Wasserstoffgas und Stickgas beinahe $\frac{1}{2}$ des Ganzen. So oft ich die Gasarten einzeln und abge sondert auffing, betrug das Gasvo-

lumen von der Silberseite fast das Dreifache (?) von dem, welches die Zinkseite lieferte, und enthielt immer etwas Sauerstoffgas, das ungefähr $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{5}$ des Ganzen ausmachte. Ob dieses Sauerstoffgas vielleicht gleich anfänglich im Wasser chemisch gebunden war? — In der Folge erhielt ich Platindrähte von beträchtlicher Länge; sie gaben fast dieselben Resultate. Durch Electricität über Quecksilber explodirt, liefs das aufgesammelte Gasmisch nur $\frac{1}{3}$ Theil des Ganzen Rückstand, der unentzündlich und wahrscheinlich Stickgas war, da Salpetergas ihn nicht verminderte. Mit Salpetergasgemischt, wurde $\frac{1}{3}$ des Gasmisch verschluckt; so viel enthielt es also an Sauerstoffgas, $\frac{2}{3}$ an Wasserstoffgas. Der Platindraht sowohl als der Golddraht liefen in diesen Versuchen, bei voller Wirksamkeit der Säule, sehr sichtlich an. In folgendem Versuche fand eine wirkliche Auflösung des Goldes statt.

Ich hatte schon Talkerde und Thonerde aus ihren Auflösungen in Säuren durch Einwirkung des Drahts von der Silberseite gefällt, **) und war be-

*) Cruickshank widerspricht sich wahrscheinlich nur durch eine kleine Uebereilung. Bald giebt er das entbundene Sauerstoffgas zu $\frac{1}{3}$ des ganzen entwickelten Gas, wie hier, bald zu $\frac{1}{2}$ des erzeugten Wasserstoffgas, wie vorhin und weiter unten, an. Irrte ich nicht, so wollte er immer das erstere sagen, da denn aber das Sauerstoffgas die Hälfte des entwickelten Wasserstoffgas betragen hätte, d. H.

**) *Annalen der Physik*, VI, 366.

d. H.

gierig, ihre Wirkung auf ähnliche Auflösungen der Kalkerde zu erforschen. Ich füllte zu dem Ende eine Glasröhre mit liquider, krySTALLisirter, *salzsaurer Kalkerde*, und brachte diese mittelst Golddrähte, auf die gewöhnliche Art in die Kette der Voltaischen Säule. Anfangs erhob sich am Drahte des Silberendes wenig oder gar kein Gas, obgleich es augenblicklich in beträchtlicher Menge am Drahte von der Zinkseite aufstieg. Um diesen färbte sich die Flüssigkeit mit dem schönsten Gelb, indem hier der Golddraht aufgelöst wurde und zu Ende des Prozesses sehr stark zerfressen war. Nach einiger Zeit entwickelte sich auch Gas aus dem Drahte von der Silberseite; aber von einem Kalkniederschlage war hier nicht das geringste zu merken. Als man die Drähte herausgezogen hatte, roch die Flüssigkeit nach Königswasser oder nach oxydirter Salzsäure. Wurden Platinspitzen statt der Golddrähte genommen, so zeigte sich zwar auch dieser Geruch, aber eine Auflösung des Platins war nicht zu bemerken. Lediglich wenn Platin- oder Golddrähte angewandt werden, erzeugt sich Königswasser oder oxydirte Salzsäure, wovon der Grund in die Augen fällt. — Auch aus liquidem *Kochsalze* entwickelte sich bei derselben Behandlung Salpeter-Salzsäure.

Die Wirkungen auf *Lackmus*- und *Brasilienholz-Tinctur*, mittelst Gold- und Platindrähte, waren viel auffallender, als die in meinem vorigen Aufsa-

tze beschriebenen mittelst silberner Drähte; *) besonders wurde die Lackmus-Tinctur sehr bald geröthet. Nahm ich bloß destillirtes Wasser und Golddrähte, ohne das sich entwickelnde Gas zu sperren, und goß den Theil des Wassers, der mit dem Drahte vom Silberende in Berührung gestanden hatte, ab, so röthete dieser die Brasilienholz-Tinctur sehr stark. Ich stellte den Versuch auf diese Art an, weil man sonst glauben könnte, der Wasserstoff vereinige sich bei seinem Entbinden mit dem färbenden Stoffe des Brasilienholzes, und bringe so die Wirkung eines Kali hervor.

Diese und meine vorigen Versuche, **) berechtigen uns zu folgenden Schlüssen:

1. Dafs das aus *reinem Wasser* am Drahte vom *Silberende der Säule*, (er sey von welchem Metalle er wolle,) sich entwickelnde Gas aus *Wasserstoffgas* besteht, das mit sehr wenig Sauerstoff und Ammoniak vermischt ist.

2. Dafs eben dieser Draht, aus was für einem Metalle er auch besteht, aus den *Metall-Auflösungen* das Metall *regulinisch niederschlägt*, welches sich ans Ende desselben ansetzt, und wobei kein Wasserstoffgas entbunden wird.

3. Dafs von den *Auflösungen der Erden* lediglich die der *Talkerde* und der *Thonerde* durch den Draht vom Silberende zersetzt werden; ein Umstand, der

*) *Annalen der Physik*. VI, 362, 363. d. H.

**) *Annalen der Physik*, VI, 360. d. H.

die Meinung, daß hier sich Ammoniak erzeuge, sehr begünstigt.

4. Daß, wenn man mit dem *Zinkende der Säule* Drähte aus *Gold* oder *Platin* verbindet, längs ihnen sich Sauerstoffgas, vermisch mit etwas Stickstoff und Salpetersäure, entwickelt, und zwar etwas mehr als ein Drittel, (die Hälfte?) des zugleich am Drahte vom Silberende ausströmenden Wasserstoffgas.

5. Daß, wenn dieser Draht vom Zinkende aus *Silber* oder einem *unedeln Metalle* besteht, zwar auch etwas Sauerstoffgas ausströmt, zugleich aber der Draht selbst oxydirt oder aufgelöst wird, oder beides zugleich; eine Wirkung, der der concentrirten *Salpetersäure* auf diese Metalle sehr ähnlich, welche durch diese Säure größtentheils oxydirt und nur zu einem kleinen Theile davon aufgelöst werden. *)

6. Daß, wenn man die längs *Gold-* oder *Platindrähten* sich entwickelnden Gasarten über Quecksilber mit einander abbrennt, sie fast ganz verschwinden und sich zu Wasser vereinigen. Dabei wird wahrscheinlich auch etwas Salpetersäure gebildet, da sich immer noch einige Zeit nach der Explosion ein

*) Der große Unterschied in dieser galvanischen Wirkung auf *Gold* und *Silber*, die man doch immer für gleich schwer oxydirbar hält, läßt sich lediglich dadurch erklären, daß man annimmt, bei diesem Prozesse werde Salpetersäure erzeugt, die, wie bekannt, sehr stark das Silber, aber nicht Gold und Platin angreift.

ein dichter weißer Dampf zeigt. Das wenige rückständige Gas scheint Stickgas zu seyn.

Dafs in vielen dieser Versuche Wasser zersetzt wurde, liegt am Tage; aber das *wie* dieses Prozesses ist wahrlich nicht leicht erklärt. So z. B. ist es höchst wunderbar, wie der Sauerstoff vom Drahte des Silberendes unsichtlich und unbemerkt zum Drahte des Zinkendes der Säule übergehn und hier erst als Gas zum Vorschein kommen kann, und wie dieses immer erfolgt, die Drähte mögen gestellt werden wie man will, und zwischen ihren Spitzen sich noch so viele Biegungen befinden, wofern nur die Spitzen selbst nicht zu weit von einander abstehn. Mir scheint alles dieses aus der Annahme eines doppelten Zustandes für den galvanischen Strom, von welcher Natur er übrigens sey, eines *oxydirten* und *desoxydirten* Zustandes; am leichtesten erklärbar zu seyn.

Beim Uebergange aus den Metallen in Flüssigkeiten, die Sauerstoff enthalten, bemächtigt er sich des Sauerstoffs und wird oxydirt; beim Einströmen dagegen aus der Flüssigkeit in das Metall nimmt er wieder seinen vorigen Zustand an und wird desoxydirt. Strömt nun z. B. der unoxydirte galvanische Strom aus dem Drahte des Silberendes in das Wasser über, (denn hiernach würde ich mir immer ein Ueberströmen von der desoxydirenden in die oxydirende Seite denken,) so bemächtigt sich der galvanische Strom des Sauerstoffs im Wasser, und entbindet dadurch den Wasserstoff, der sich so-

gleich in Gasgestalt zeigt: tritt er aber in den Draht der Zinkleite zurück, so läßt er den aufgenommenen Sauerstoff wieder fahren, und dieser entflieht hier entweder in Gasgestalt, oder oxydirt das Metall; könnte auch vielleicht, Girtanner's Lehre entsprechend, sich mit einem Antheile Wasser zu salpetriger Säure verbinden. *)

Die Wirkung des galvanischen Stroms, wenn er durch eine *Metallauflösung* geht, ließe sich hienach auf eine doppelte Art erklären; doch ist es wohl am einfachsten anzunehmen, daß der galvanische Strom beim Ausströmen aus dem Drahte des Silberendes dem Metallkalke den Sauerstoff entzieht, und diesen beim Eindringen in den Draht vom Zinkende wieder fahren läßt. Nach dieser Erklärung findet am Drahte des Silberendes in diesem Falle keine Gasentwicklung statt, wohl aber, wenn man Gold- oder Platindrähte nimmt, am Drahte vom Zinkende, wo Sauerstoffgas aufsteigen muß; und genau so ist, wie wir wissen, der Effect.

Was indess für diese Hypothese, wie mir scheint, am stärksten spricht, ist, daß alle Flüssigkeiten, die keinen Sauerstoff enthalten, als: *Alkohol, Aether, wesentliche Oehle und Fett, (?) unfähig sind, den galvanischen Strom durch sich hindurch zu leiten*, wie ich durch directe Versuche bewiesen habe, in-

*) Vergl. oben S. 81. d. H. 1840

dels die, welche Sauerstoff enthalten, (z. B. alle wässerige Flüssigkeiten, alle Metallauflösungen und Säuren, besonders die concentrirte Schwefelsäure,) ihn, einige stärker, andere schwächer, durch sich hindurch leiten. Die letztere wird von ihm zersetzt, indem der dabei sich entbindende Sauerstoff sich schwerlich einer Wasserzersetzung zuschreiben läßt, da in recht concentrirter Schwefelsäure Wasser in keiner merklichen Menge enthalten ist. — Diese Theorie erklärt auch sehr gut die Oxydierung der Zinkplatten in der Säule, indem sich auch hier der galvanische Strom, beim Uebergange aus den verschiedenen Plattenpaaren, durch die nasse Zwischenlage abwechselnd, als oxydirt und desoxydirt zeigt. Uebrigens muß ich selbst gestehn, daß diese Hypothese mich nicht gänzlich befriedigt; doch ist sie die einzige, aus der ich hierin etwas zu erklären vermag.

2. Eine Abänderung des neuen galvanischen Apparats *Alex. Volta's.*

Eine bequeme und kräftige galvanische Maschine ist jetzt ein wahres Bedürfnis. Die von Volta selbst angegebene Säule wirkt nur im Anfange stark, und verliert ihre Wirksamkeit allzusehnell; überdies ist es lästig, sie alle Augenblicke umzubauen, und die oxydirten Platten zu reinigen, welches, um die volle Wirkung zu erhalten, unumgänglich nöthig ist. Folgende Einrichtung genügte mir bis jetzt unter allen am meisten. Ich ließ aus Holz, welches

im Backofen gedörrt war, eine Art von Trog machen, der 26 Zoll lang, 1,7 Zoll tief, und 1,5 Zoll breit war, und in die Längswände desselben Falzen einschneiden, jede ungefähr 0,1 Zoll tief, und so breit, daß zwei auf einander gelöthete Platten Zink und Silber, jede von 1,6 Quadratzoll Oberfläche, sich genau hineinschieben ließen. Die Falzen hatten eine solche Entfernung von einander, daß je 5 derselben eine Länge von 1,3 Zoll einnahmen, so daß die ganze Maschine 60 Plattenpaare faßte. Die zusammengelötheten Zink- und Silberplatten wurden mittelst eines Kitts aus Harz und Wachs völlig wasserdicht an den Trog gekittet, so daß kein Tröpfchen Wasser aus einer Zelle in die andere oder zwischen die zusammengelötheten Platten dringen konnte; ein Umstand, der von wesentlichem Einflusse auf die Güte der Maschine ist, welche ohnedies nur eine schwache Wirkung hat. Die Zellen oder Zwischenräume zwischen jedem so verkitteten Plattenpaare, gleich voll liquiden salzsauren Ammoniaks, welches die Stelle der nassen Pappe in Volta's Säule vertritt, dem Endzwecke jedoch weit besser als diese entspricht. Es versteht sich, daß auch hier die Plattenpaare alle einerlei Stellung haben, und in allen die Silberseiten nach derselben Seite zu gerichtet seyn müssen, damit Zink und Silber stets gehörig wechseln. Berührt man die erste und die letzte Zelle, so erhält man einen starken Schlag in den Armen, der sich vom Schlage der Säule etwas unterscheidet, indem er lebhafter, minder

erschütternd, (*quicker, less tremulous,*) und ähnlicher dem gewöhnlichen electrischen Schläge ist.

Ich verfertigte zwei solche Maschinen, die zusammen 100 Plattenpaare enthielten, und miteinander in Verbindung gesetzt, einen sehr heftigen Schlag ertheilten, wobei der Funken selbst bei Tage sichtbar war. Was mich aber sehr überraschte, war die *geringe Kraft, welche diese Maschine in der Zersetzung des Wassers äusserte*, in der sie nicht mehr that, als höchstens eine gewöhnliche Säule aus 30 Plattenpaaren, deren Schlag doch sicher nicht ein Drittel so stark als der dieser Maschine ist. *)

Mein neuer Apparat behält seine Wirksamkeit sehr lange, besonders wenn man die Zink- und Silberplatten zusammenlöthet. Als sich sie bloß zusammengesetzt hatte, drang die Flüssigkeit nach einigen Tagen zwischen die Platten jedes Paares, und hob so die Wirksamkeit auf. Um die oxydirten Zinkplatten zu reinigen, giesse man in die Zellen verdünnte Salzsäure, und lasse sie darin einige Minuten lang stehen. So sehr sich indess auch dieser Apparat hierdurch und durch seine leichte Trag-

*) Dieses scheint eine Hauptschwierigkeit in Absicht der Identität des *Galvanismus* mit der *Electricität* zu heben, indem hieraus, wenn es sich bestätigte, erhellen würde, daß Wirksamkeiten von stärkerer Intensität das Wasser nicht so leicht, als minder intensive zersetzen, und jene sich dafür den gewöhnlichen electrischen Erscheinungen mehr nähern. d. H.

barkeit empfiehlt, so macht er doch, wegen seiner mindern Wirksamkeit in der Zersetzung des Walfers, die Voltaische Säule nicht ganz entbehrlich.“)

*) „Der neue Apparat,“ fügt Cruickshank am Ende dieses Aufsatzes hinzu, „dessen Beschreibung ich vor einiger Zeit mitgetheilt habe, scheint seinem Endzwecke besser zu entsprechen, als ich anfangs glaubte. Ich habe ihn nun *einen ganzen Monat hindurch* gebraucht, und so oft ich die Salzauflösung oder das salzsaure Ammoniak erneuerte, schien er wieder völlig so wirksam zu seyn, als gleich zu Anfang. Ein Zusatz von sehr wenig Salpetersäure oder Salzsäure zur Kochsalzauflösung, verstärkt die Wirksamkeit desselben außerordentlich.“ — Cruickshank sagt nicht ausdrücklich, daß er sich bei den folgenden Versuchen seines neuen Apparats bedient habe. Doch schliesse ich dieses theils aus der eben angeführten Stelle, (denn wozu hätte er seinen Apparat sonst einen Monat lang in beständiger Wirksamkeit erhalten?) theils daraus, daß er in dem Folgenden nur von einer galvanischen Maschine, nicht von einer Säule spricht. Glasplatten statt des hölzernen Trogs, zwischen denen die Metallplatten durch einen unauflöslichen Kitt zu befestigen wären, würden wahrscheinlich noch bessere Wirkung thun. Doch möchte eine solche Maschine ziemlich kostbar werden, besonders da der Galvanismus auch die Silberplatten angreift. d. H.

3. *Versuche mit ammoniakalischen Metallauflösungen und Zersetzung des Ammoniaks.*

Schon in meiner ersten Reihe von Versuchen hatte ich durch Galvanismus Auflösungen von Metallen in Säuren zerlegt. *) Ich war daher begierig, das Verhalten des Galvanismus gegen die Auflösungen der Metalle in Alkalien, besonders in Ammoniak, zu prüfen. Zu dem Ende setzte ich einer verdünnten Auflösung von *salpetersaurem Silber* reines Ammoniak zu, bis die Mischung stark nach Ammoniak roch: dann füllte ich sie in eine Glasröhre, die mit Korkstöpseln verschlossen, und mit Silberdrähten versehen, auf die gewöhnliche Art, in die Kette der galvanischen Maschine gebracht wurde. Sogleich zeigte sich am Drahte vom Silberende des Apparats eine starke Gasentwicklung, dagegen während des ganzen Processes fast gar keine am Drahte von der Zinkseite. Nach einiger Zeit sonderten sich von dem ersten Drahte, der das Gas ausstieß, viele graue Flocken, augenscheinlich metallisches Silber, und auf dem Drahte von der Zinkseite setzte sich ein graues Pulver ab; zugleich verminderte sich die Gasentwicklung am Drahte des Silberendes, ob sie gleich immer noch beträchtlich war. Als nach einigen Stunden die Röhre aus dem Apparate genommen wurde, hatte sich eine beträchtliche Menge metallischen Silbers gefällt, und der Draht des Zinkendes war mit einer bläulich-schwarzen

*) *Annales der Physik*, IV, 364.

Substanz inkrustirt. Als ich diese mit den Fingern abzulösen versuchte, detonnirte ein Theil derselben, obschon sie noch feucht war. Der Draht selbst war sehr stark angefressen und voll kleiner Löcher. Als ich den nächsten Morgen das nun ganz getrocknete Pulver mit einem Federmesser berührte, detonnirte es wieder mit einem sehr beträchtlichen Geräusche. Offenbar hatte sich also am Drahte der Zinkseite Berthollet's *Knallsilber* gebildet, und etwas ähnliches hatte ich erwartet.

Beim Wiederhohlen dieses Versuchs wurde statt der salpeterfauren Silberauflösung reines Ammoniak in die Glasröhre gethan, und zwar mit gleichem Erfolge; denn das corrodirt Silber des Drahts vom Zinkende wurde sogleich vom Ammoniak aufgenommen, und nachher in metallischer Gestalt vom Drahte des Silberendes niedergeschlagen; auch hing wieder ein wenig des knallenden Stoffs am Drahte des Zinkendes. Die ihn umgebende Flüssigkeit wurde in ein Weinglas abgegossen, und liefs, nachdem sie einige Zeit gestanden hatte, ein schwarzes glänzendes Häutchen niederfallen, das, als es trocken war, gleich Berthollet's *Knallsilber* explodirte, und diesem in jeder Rücksicht glich.

In eine andere mit reinem Ammoniak gefüllte Röhre, wurden statt der silbernen, *kupferne* Drahte gebracht. Als der Apparat in Wirkung gesetzt wurde, färbte sich die Flüssigkeit um den Draht der Zinkseite durch das aufgelöste Kupfer schön blau, und der Draht der Silberseite hing an metal-

lisches Kupfer niederzuschlagen. Der Prozeß dauerte mehrere Stunden fort, und es wurde eine beträchtliche Quantität sehr reinen Metalles gefällt. Die blaue Farbe der Flüssigkeit erstreckte sich indess nicht bis an die Spitze des Drahts vom Silberende, und so bald sie sich ihm näherte, wurde das aufgelöste Kupfer von diesem Drahte in metallischer Gestalt niedergeschlagen.

Darauf sollte ich die Röhre mit einer *ammoniakalischen Kupferauflösung*, und behielt kupferne Drähte bei. Gar bald wurde die Flüssigkeit an der Spitze des Drahts vom Silberende blässer und Kupfer gefällt. Ungefähr nach einer Stunde war die ganze Flüssigkeit in diesem Theile der Röhre so farbenlos wie destillirtes Wasser; so gänzlich war das Metall aus ihr niedergeschlagen. Das gefällte Kupfer war das reinste, das ich je gesehen habe.

Aus diesen Versuchen scheint zu erhellen, daß sich der Galvanismus mit Erfolg zur Analyse der Mineralien werde anwenden lassen, besonders zur Scheidung des Bleies, Kupfers und Silbers aus ihren verschiedenen Auflösungen; auch, wie ich aus unmittelbaren Versuchen schliesse, um kleine Mengen eines Metalls zu entdecken.

Hier noch ein Versuch, in welchem *das Ammoniak selbst zersetzt wurde*. Ich goß reines Ammoniak in eine Flasche, setzte diese umgekehrt in eine Schale mit derselben Flüssigkeit, und setzte mit der Zinkseite des Apparats einen Platindraht in Verbindung. Auf diese Art ging an beiden Drähten eine

sehr schnelle Gasentbindung, die stärkste jedoch am Drahte des Silberendes vor sich. Nachdem sich so viel Gas gesammelt hatte, als das Volumen von 2 Unzen Wasser einnimmt, wurde es geprüft. Es bestand aus 15 Theilen Wasserstoffgas, 13 Theilen Stickgas und fast 2 Theilen Sauerstoffgas, welches letztere in so geringer Menge vorhanden war, daß es nur durch Salpetergas entdeckt werden konnte, und vielleicht ursprünglich in der Flüssigkeit enthalten seyn mochte. War dieses der Fall, so mußte das Ammoniak an dem Drahte der Zinkseite zersetzt werden, wobei der aus der Flüssigkeit entbundne Sauerstoff sich mit dem Wasserstoffe vereinigte, während der Stickstoff des Ammoniaks in Gasgestalt entwich und sich mit dem Wasserstoffgas mischte, das sich zu gleicher Zeit aus dem Drahte des Silberendes entwickelte. *)

4. *Versuche mit concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure.*

Diese Zersetzung der concentrirten Schwefelsäure wurde in der wie ein V gestalteten Glasröhre, (S. 91,) mittelst zweier Platinstreifen, deren Spitzen 1 Zoll weit von einander abstanden, bewirkt.

Nach wenigen Sekunden fing am Drahte der Zinkseite eine beträchtliche Menge Gas an sich zu entwickeln, und dieses dauerte den ganzen Prozeß

*) Man vergleiche hiermit Henry's Erklärung im Anhang zum folgenden Aufsatze. d. H.

hindurch. Auch am Drahte des Silberendes entband sich etwas Gas, doch verlor die Flüssigkeit in diesem Schenkel der Röhre bald ihre Durchsichtigkeit, wurde milchicht und trübe, und nach einigen Stunden war der Draht hier mit einem gelblich-weißen Pulver überzogen, indess die Flüssigkeit immer trübe blieb. In dem andern Schenkel der Röhre nahm dagegen die Durchsichtigkeit der Säure fast noch zu; übrigens bekam sie auch einen besondern Geruch, der etwas dem der sehr verdünnten oxydirten Salzsäure glich. Nachdem ich die Röhre von dem Apparate losgemacht hatte, setzte ich Wasser zu der getrübten Säure, worauf sich Schwefel als ein weißliches Pulver daraus niederschlug. Auch das gelbliche Pulver, das sich an den Platinstreifen angesetzt hatte, war Schwefel. Das entwickelte Gas habe ich nicht genau untersucht, doch war es nicht entzündlich, oder enthielt wenigstens entzündliches Gas nur in einer sehr geringen Menge. *)

Die Wirkungen des Galvanismus auf die *Salpetersäure*, (*nitrous acid*), welche ich in ihrem concentrirtesten und rauchenden Zustande in die gebo-

*) Henry, der diesen Versuch schon früher mit demselben Erfolge angestellt hatte, fand, daß es zur Hälfte aus Sauerstoffgas, das übrige aus Wasserstoffgas bestand. *Annalen der Physik*, VI, 370. Vielleicht, daß aber keine Schwefelsäure minder concentrirt war. d. H.

gene Röhre mit Platinstreifen brachte, entsprachen nicht ganz meiner Erwartung. Von beiden Streifen oder Drähten entwickelte sich sehr wenig, oder fast gar kein Gas; auch war sogar nach einiger Zeit das Aussehn der Säure nicht merklich verändert. Der galvanische Strom ging übrigens vollkommen durch die Säure hindurch, denn die Maschine, die in ihrer voltesten Wirksamkeit war, gab nicht den geringsten Schlag, während sie mit der Röhre in Verbindung stand, und als ich den Platindraht der Zinkseite von der Zinkplatte abnahm, in ein Glas mit Wasser tauchte, und dieses durch einen Kupferdraht mit der Zinkplatte verband, erhob sich vieles Gas vom Platindrahte, und der Kupferdraht wurde wie gewöhnlich angefressen. — Die Salpetersäure wurde darauf mit gleichen Theilen Wasser oder etwas mehr verdünnt, und auch jetzt noch erhob sich von beiden Seiten nur sehr wenig Gas. Aus diesen Thatfachen scheint zu erhellen, daß die Salpetersäure, (*nitrous acid*,) ein eben so vollkommener Leiter für die galvanische Electricität ist, als die Metalle, *) und von ihr eben so wenig wie diese angegriffen wird. Dies mag wahrscheinlich von dem

*) Dieser Versuch scheint mit der von Henry sehr leicht bewirkten Zersetzung der Salpetersäure, (*Annalen*, VI, 371,) in einem Widerspruche zu stehn, der aus dem kleinen Unterschiede, daß hier rauchender Salpetergeist angewandt wurde, schwerlich zu heben seyn möchte. A. H.

großen Antheile Sauerstoff in ihr herrühren, da, wie ich oben bemerkt habe, die leitende Kraft der Flüssigkeiten für den Galvanismus sich nach der Quantität des Sauerstoffs richtet, den sie enthalten.

5. *Dass am Drahte von der Zinkseite sich eine Säure zu bilden scheine.*

Schon in meinem vorigen Aufsatz äußerte ich die Meinung, daß sich Salpetersäure oder eine andere Säure am Drahte der Zinkseite erzeuge. Für diese Hypothese hier noch einige neue Thatfachen und Gründe.

1. Gießt man *Lackmus-Tinktur* in die gebogene Röhre mit den Platingdrähten, so wird nach einiger Zeit die ganze Tinktur in dem Schenkel der Zinkseite vollkommen geröthet, und an einigen Stellen die Farbe sogar zum Theil zerstört; eine bekannte Wirkung der Salpetersäure auf blaue Pflanzenfärbstoffe. Vermischt man dagegen die *Lackmus-Tinktur* mit einer kleinen Quantität irgend eines reinen Alkali, so nimmt man keine solche Farbenänderung wahr.

2. Alle *Metalle*, welche von der Salpetersäure aufgelöst oder angefressen werden, greift auch der Galvanismus sehr stark und schnell an, afficirt dagegen solche nicht, auf welche die Salpetersäure nicht wirkt. Merkwürdige Beispiele hiervon geben *Silber*, *Quacksilber*, *Gold* und *Platin* ab: die beiden ersten werden von der Salpetersäure und dem Galvanismus angegriffen, das Silber, (das sich auf jedem andern Wege eben so wenig als das Gold oxy-

ziren läßt,) völlig so stark als das Kupfer; die beiden letzten Metalle, wenn sie vollkommen rein sind, von beiden nicht im allermindesten. Diese Wirkung auf das Silber läßt sich unter der Hypothese, daß etwas Salpeterlauge auf der Oberfläche desselben erzeugt wird, leicht erklären. Indem diese Säure auf das Metall wirkt, macht sie es zur Vereinigung mit Sauerstoff geneigt, und da dieser zugleich entbunden wird, vereinigt er sich mit dem Silber zu einem unauflöslichen Nitrat mit einem Ueberschusse an Sauerstoff, wovon sich ebendeshalb nur sehr wenig in Wasser auflösen kann. Jene Hypothese scheinen mir aber folgende Versuche sehr wahrscheinlich zu machen. — Ich leitete zwei gehörig gebogene Silberdrähte in eine kleine, weithalsige Flasche, voll reinen, diluirten, liquiden Kali, die in einer Schale mit ähnlicher Kaliauflösung umgekehrt stand, so daß die Drähte etwas über die Mündung der Flasche hinaufgingen. Mit der Maschine verbunden, erfolgte sogleich an beiden Drähten eine lebhafte Gasentwicklung, und in der Flüssigkeit schwammen einige schwarze Flocken umher. Das sich entwickelnde Gas wurde geprüft; es bestand aus 11 Theilen Sauerstoffgas und 25 Theilen Wasserstoffgas, und 4 Maafs desselben, durch den electrischen Funken entzündet, ließen weniger als $\frac{1}{2}$ Maafs, oder ungefähr $\frac{1}{3}$ des Ganzen Rückstand. In diesem Versuche konnte also das Silber nur sehr wenig angegriffen seyn, da ich fast eben so viel Sauerstoffgas erhielt, als Gold- oder Platindrähte

würden gegeben haben. — Als ich dagegen diesen Versuch so wiederholte, daß ich statt des Kali reines destillirtes Wasser nahm, wurde das Silber stark angegriffen, und es stieg nur sehr wenig Gas an der Zinkseite auf. Doch erhielt ich so viel, um es zu prüfen; es bestand aus 1 Theile Sauerstoffgas und 6 Theilen Wasserstoffgas, und explodirte nicht, wofern nicht mehr Sauerstoffgas hinzugesetzt wurde. Die Ursache dieser Verschiedenheit in den Resultaten wird durch die Hypothese einer an der Zinkseite sich bildenden Säure sehr gut erklärt, die im ersten Versuche sich sogleich mit dem ihr näher, als das Silber, verwandten Kali verband, wodurch die Oxydation bewirkende Agens forthat. — Aehnliche Versuche mit Kupferdrähten gaben gerade dieselben Resultate. In diesem Falle zeigte sich, als die Flasche mit Kali gefüllt war, an dem Drahte der Zinkseite keine grüne Substanz, auch war das Kupfer fast gar nicht angegriffen.

3. Die durch den Einfluß des Galvanismus am Drahte von der Zinkseite sich bildenden, corrodirten Stoffe sind, wenn man reines destillirtes Wasser anwendet, *nicht reine Oxyde*, wie sie es unter Voraussetzung einer bloßen Oxydation seyn sollten. Dies beweisen sehr auffallend der bläulich-grüne durch *Kupferdrähte*, und der schmutzig-grüngelbe durch *Quecksilber* erhaltene Stoff. Der letzte gleicht nicht nur genau dem sogenannten salpetersauren Turpeth, wenn er mit Wasser zu sehr gewaschen

worden, sondern schwärzt sich auch augenblicklich, wenn man reines Ammoniak hinzusetzt; ein Beweis, daß er irgend eine Säure enthält, da das Ammoniak keine Wirkung auf das reine Quecksilber-Oxyd, wohl aber eine beträchtliche auf alle unreinen Oxyde dieser Art hat, die es, wie z. B. den mineralischen Turpeth, schwarz färbt. Was den grünen Stoff aus den Kupferdrähten betrifft, so ist es ausgemacht, daß er kein reines Kupfer-Oxyd von dieser Farbe giebt, indem alle grünen Oxyde irgend eine Säure, als Kohlen-, Arsenik-, Essigsäure u. dergl., enthalten, und daß es lediglich ein reines Kupfer-Oxyd, nämlich das dunkelrothe oder schwarzbraune, giebt. Da nun jene unreinen Oxyde nicht ohne eine Säure erzeugt werden können und es keine Säure im destillirten oder Kalkwasser giebt: so folgt, daß eine Säure auf irgend eine Art in diesem Prozesse hervorgebracht werden muß, und zwar eine Säure, die auch auf Quecksilber und Silber wirkt; also wahrscheinlich Salpetersäure. Die Quantität der erzeugten Salpetersäure ist übrigens gewiß sehr geringe, was wohl größtentheils der Schwäche und Unvollkommenheit unserer Maschinen zuzuschreiben ist; und eben dieser Umstand macht es so schwierig, ihr Daseyn außer Streit zu setzen.

Wie kann aber die Salpetersäure durch den Galvanismus erzeugt werden? Wäre der Stickstoff wirklich ein zusammengesetzter Stoff, wie man neulich

behauptet hat, *) so könnte diese Frage leicht beantwortet werden. Ist dieses aber nicht der Fall, so müssen wir annehmen, daß immer eine kleine Quantität Stickstoff im Wasser enthalten sey, so sehr man es auch ausgekocht und destillirt hat; und daß sich mit diesem Stickstoffe der durch den Galvanismus entstehende Sauerstoff zu Salpeteräure vereinigt. Die Erzeugung des *Ammoniaks* am Drahte des Silberendes läßt sich nach beiden Hypothesen erklären; doch hiervon ein ander Mal.

*) Vergl. oben S. 81.

d. H.

VIII.

MERKWÜRDIGE VERSUCHE

mit VOLTA's galvanischer Säule,
angestellt

von

HUMPHRY DAVY,

Oberaufseher des pneumat. Instituts. *)

Die von Dr. Beddoes angeschaffte Voltaische Säule, deren ich mich bei folgenden Versuchen bediente, bestand nie aus weniger als aus 110 Paar Metallplatten. **) Wenn ich die obere und untere Platte, da, wo die Conductoren mit ihnen in Verbindung gebracht werden, mit einer Auflösung von grünem Eisenvitriol in Wasser benetzte, so wurde der galvanische Schlag sehr verstärkt. Auch wirkte die Säule mit größerer Intensität ihrer Kraft, wenn ich die wollenen Scheiben mit liquidem Eisenvitriol anfeuchtete; nur verlor sie dann ihre Wirksamkeit geschwinder. Vielleicht, daß liquider Zinkvitriol noch vortheilhafter wäre.

*) Zusammengezogen aus zwei wichtigen Aufsätzen Davy's in Nicholson's *Journ. of nat. philos.*, Vol IV, p. 275 und 326. d. H.

**) Nämlich bei den Versuchen mit Metalldrähten unter 1 und 2. Bei denen mit Kohle, als Leiter, unter 3, bediente Davy sich einer schwächern Säule. d. H.

1. *Neue Versuche über die Zersetzung des Wassers, und das galvanische Verhalten der thierischen Faser.*

Versuch 1. Das Erste, worüber ich mich aufzuklären suchte, war der höchst sonderbare, zuerst von Nicholson und Carlisle bemerkte Umstand, *) daß bei der Wasserzersetzung durch Galvanismus, verschiedne von einander entfernte Theile des Wassers, in der galvanischen Kette, der eine das Sauerstoffgas, der andere das Wasserstoffgas herzugeben schienen. Ich suchte mich daher vor allen Dingen zu vergewissern, ob es möglich sey, aus zwei Wassermassen, die sich nicht unmittelbar berührten, aus der einen bloß Sauerstoffgas, aus der andern bloß Wasserstoffgas zu erhalten. Zu dem Ende setzte ich die Enden der Säule durch Silberdrähte mit zwei 5 Zoll von einander abstehenden Gläsern voll Wasser, das lange gekocht und noch warm war, und das Wasser in beiden Gläsern durch meinen Körper in leitende Verbindung, indem ich einen Finger der rechten Hand in das eine, einen Finger der linken Hand in das andere Glas tauchte. Kaum hatte ich den Schlag erhalten, so fing der Draht der Zinkseite an, sich schnell zu verkalken, und weiße Wolken verbreiteten sich von ihm ab durchs Wasser. Zugleich bildete sich rings um den Draht der Silberseite im andern Glase, Gas. Ich unterhielt die leitende Verbindung eine halbe Stunde lang, während

*) *Annalen der Physik*, VI, 350.

d. H.

welcher der Erfolg unverändert derselbe blieb. Der Draht der Zinkseite gab dabei gar kein Gas; das vom Drahte der Silberseite sich entwickelnde, wurde in einen verkehrt gesetzten Glascylinder aufgefangen, enthielt, wie die Probe mit Salpetergas darthat, gar kein Sauerstoffgas, und verminderte sich, als es mit doppelt so viel atmosphärischer Luft verbrannt wurde, so, daß es fast ganz aus Wasserstoffgas bestehn mußte. — Als ich nachher das Wasser in beiden Gläsern durch 3 Personen, die sich anfaßten, verband, blieb der Erfolg derselbe, nur daß er langsamer vor sich ging. Dasselbe war der Fall, wurde die Verbindung durch eine Muskelfiber, oder durch eine frische vegetabilische Fiber, oder durch einen angefeuchteten Faden kürzer als 3 Fufs, bewerkstelligt. Aus der Schnelligkeit des Processes zu urtheilen, ist ein lebender *thierischer Körper* der beste Leiter hierbei; dann folgt die *Muskelfaser*, die *Pflanzenfaser*, zuletzt der *benetzte Faden*.

Versuch 2. Ich verschaffte mir verschiedene $\frac{1}{3}$ Zoll weite und 4 Zoll lange Glasröhren, die an einem Ende offen waren, und durch deren anderes, zugeschmolznes Ende ein Stück Golddraht ging. Zwei dieser Röhren füllte ich mit destillirtem Wasser, und stellte sie mit dem offenen Ende zu unterst in zwei verschiedene Gläser voll destillirten Wassers. Die Golddrähte der Röhren wurden durch Silberdrähte mit den Enden der Volta'schen Säule, und das Wasser beider Gläser durch eine frische Muskelfaser in leitende Verbindung gesetzt. Es erhob sich

so gleich Gas von beiden Golddrähten; am meisten und schnellsten aber von dem der Silberseite, und hier war nach $4\frac{1}{4}$ Stunde der ganze obere Theil der Röhre bis unter die Spitze des Golddrahts mit Gas gefüllt, worauf der Prozeß aufhörte. In der Röhre der Zinkseite hatten sich 33 Maafs Gas, (jedes dem Volumen eines Grans Quecksilber? oder Wasser? gleich,) und in der Röhre der Silberseite fast 65 Maafs Gas gesammelt. Das Gas von der Zinkseite mit 80 Maafs Salpetergas gemischt, (das zu $\frac{1}{22}$ Theil aus Stickstoff besteht,) verminderte sich schnell, und grünes salzsaures Eisen verschluckte den Rückstand bis auf nicht volle 5 Maafs. *) Mithin enthielten die 33 Maafs dieser Gasart augenscheinlich mehr als 31 Maafs Sauerstoffgas. Die 65 Maafs in der Röhre der Silberseite verminderten sich mit Salpetergas kaum sichtbar, und ließen nach der Absorption des zugeetzten Salpetergas, beim Abbrennen mit 60 Maafs Sauerstoffgas durch den electrischen Funken, einen Rückstand von beinahe 36 Maafs, waren also fast ganz reines Wasserstoffgas.

*) Die grüne salzsaure Eisenauflösung verschluckt das Salpetergas sehr schnell, ohne daß es bei den gewöhnlichen Temperaturen eine Veränderung leidet, indess es keine Wirkung auf die mephitischen Gasarten hat, die vom Wasser nicht absorbirt werden. Die Auflösung des grünen schwefelsauren Eisens absorbirt ebenfalls das Salpetergas, ohne es zu zersetzen. Man sehe meine *Researches chem. and phil. concerning Nitrous Oxyde*, p. 179. Davy.

Versuch 3. Die kleine Verminderung, welche dieses Wasserstoffgas, bei seiner Vermischung mit Salpetergas litt, und der Rückstand beim Abbrennen mit Sauerstoffgas, lassen sich mit vieler Wahrscheinlichkeit der im destillirten Wasser aufgelösten, während des Processes daraus sich entwickelnden atmosphärischen Luft zuschreiben. Um daher, wo möglich, beide Gasarten, in welche sich das Wasser zersetzt, vollkommen rein darzustellen, füllte ich jetzt die beiden Röhren und Gläser mit Wasser, das ich 8 Stunden lang hatte kochen lassen, und das noch fast brühend heiß war. Sobald die Röhren abgekühlt waren, brachte ich sie mit der Säule in Verbindung. Die Gasentwicklung ging alsbald vor sich, in der Röhre der Silberseite sehr schnell, in der Röhre der Zinkseite aber nur langsam. Dieses Mahl zeigten sich an den Wänden der Glasröhren keine Luftbläschen, wie in dem vorigen Versuche. Nach 5 Stunden befanden sich 56 Maafs Gas in der Röhre der Silberseite, und 14 Maafs in der Röhre der Zinkseite. Jene 56 Maafs verminderten sich nicht mit Salpetergas, und zeigten sich beim Abbrennen als *reines Wasserstoffgas*, und diese 14 Maafs waren *unvermishtes Sauerstoffgas*. In diesem und in dem vorigen Versuche waren die Golddrähte nicht merklich angegriffen, noch ihre Farbe im mindesten verändert worden. Dafs die Quantität des erhaltenen Sauerstoffgas geringer war, als sie nach dem Verhältnisse, worin Wasserstoff und Sauerstoff im Wasser gemischt sind, hätte seyn

sollen, rührt wohl daher, weil ein Theil desselben vom gekochten Wasser absorbirt wird. Um dieses auszumachen, wiederholte ich den Versuch so, daß ich die Röhre der Zinkseite mit gekochtem Wasser füllte, das über Quecksilber mit Sauerstoffgas so lange geschüttelt war, bis es mit diesem Gas gesättigt seyn konnte. In 7 Stunden entband nun der galvanische Prozeß in der Röhre der Zinkseite 27 Maafs reines Sauerstoffgas, und in der Röhre der Silberseite 57 Maafs reines Wasserstoffgas, also beide sehr nahe in dem Verhältnisse, worin ihre Grundstoffe im Wasser vorhanden sind.

Versuch 4. So war also in der That dargethan, daß von einander getrennte Wassermassen, die in keiner andern leitenden Verbindung als durch trockne Metalle und thierische Fiber stehn, die eine Wasserstoff, die andere Sauerstoff, in dem Verhältnisse, worin beide das Wasser constituiren, entwickeln können. — Es war nun weiter die Frage, ob Berührung der metallenen Drähte mit den Platten der Voltaischen Säule eine nothwendige Bedingung dieser Wirkung sey. Dieses liefs sich dadurch beantworten, daß ich statt der verbindenden Drähte zwei *Muskelfasern* nahm, die von den Enden der Voltaischen Säule in zwei mit Wasser gefüllte Gläser geleitet wurden, zwischen denen ein Silberdraht die leitende Verbindung machte. Kaum war dieser Draht angebracht, so fing das Ende desselben, das nach der Silberseite der Säule zu lief, an, sich zu verkalken, während das andere nach der Zinkseite

zu gerichtete Ende des Silberdrahtes Gas ausstiefs. Und zwar gab das Ende der Silberseite jetzt *Sauerstoffgas*, das Ende der Zinkseite *Wasserstoffgas*, wie sich in dem Apparate mit den Glasröhren zeigte, deren Golddrähte dabei durch Silberdrähte verbunden wurden. In keinem dieser Versuche sah man Gas aus der Muskelfaser aufsteigen, doch wurde der Theil derselben, der mit dem Wasser in Berührung war, weißer, als zuvor.

Der Erfolg blieb derselbe, wenn ich die beiden Golddrähte der Röhren, statt durch einen Draht, durch meinen Körper verband. — Nahm ich einen Silberdraht in die Hand, und tauchte diesen in das eine, den Finger der andern Hand in das andere Glas; so wurde, befand sich der Draht im Wasser nach der Silberseite zu, dieser Draht langsam oxydirt und in keinem Glase Glas entbunden; befand sich dagegen der Draht im Wasser nach der Zinkseite zu, um das Ende desselben, ohne dals es sich dabei oxydirt hätte, Gas entbunden, in dem Glase nach der Silberseite zu aber keins.

Wenn die Verbindung beider Gläser, sowohl mit der Säule, als auch unter sich, lediglich vermittelt Muskelfasern oder vegetabilischer Fibern gemacht wurde, und man Metalldrähte in das Wasser eines oder beider Gläser stellte, so zeigte sich weder Gas, noch irgend eine andere chemische Wirkung.

2. *Berichtigende Versuche mit Alkalien und Säuren.*

Die Art, wie ich das Wasserstoffgas und das Sauerstoffgas einzeln aus abgeforderten Wassermassen geschieden hatte, führte mich, bei Gelegenheit der *Henry'schen* Versuche mit Alkalien und Säuren, *) auf den Gedanken, ob nicht auch die Bestandtheile dieser Stoffe, sofern sie durch galvanische Einwirkung zersetzbar sind, sich mittelst der Drähte sollten einzeln entbinden, und auf diese Art von einander abgefordert darstellen lassen.

Versuch 5. Zu dem Ende füllte ich zwei von den kleinen, in Versuch 2 beschriebenen Röhren, zuerst mit einer starken Auflösung von *ätzendem Kali*, und stürzte sie in Gläser um, die mit derselben Flüssigkeit gefüllt, und durch eine Muskelfaser verbunden wurden. Die Golddrähte der Röhren wurden mit den Endplatten der Volta'schen Säule verbunden. Das Gas entwickelte sich jetzt aus beiden Drähten viel schneller, als in dem Versuche mit bloßem Wasser; dabei zeigte sich in den 3 Stunden, welche der Prozeß dauerte, kein Niederschlag in den Gläsern, und die Golddrähte schienen auch nicht angegriffen zu seyn. In der Röhre der Zinkseite waren genau 57 Maafs äußerst reines Sauerstoffgas, das, mit 80 Maafs Salpetergas, (welches zu $\frac{1}{6}$ aus Stickstoff bestand,) vermischt, sich bis unter 3 Maafs verminderte. Das in der Röhre der Silberseite entbundene Gas betrug über 72 Maafs.

*) *Annalen der Physik*, VI, 369 f.

d. H.

Es verminderte sich nicht mit Salpetergas, und 40 Maafs desselben, mit etwas mehr als 20 Maafs Sauerstoffgas abgebrannt, (das ungefähr 0,6 Maafs Stickstoff enthielt,) liefsen ein Luftkügelchen zurück, das kaum sichtbar war.

Da diese Resultate bewiesen, dafs *keine Zersetzung des Kali* vor sich gegangen war, und der Galvanismus durch diesen Stoff nur fähig gemacht wurde, den Sauerstoff und Wasserstoff viel schneller als ohnedies aus dem Wasser zu entbinden; so nahm ich jetzt statt zweier Glasröhren, eine einzige kleine Röhre, die an dem einen Ende verschlossen war, und in den Seiten zwei kleine Löcher hatte, in die ich zwei Golddrähte so einkittete, dafs ihre Spitzen ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstanden. Die Röhre wurde mit liquidem Kali gefüllt, und in ein Glas mit derselben Flüssigkeit umgestürzt. Als die Golddrähte mit den Endplatten der Säule verbunden wurden, erfolgte sogleich eine schnelle Gasentbindung an beiden Drähten, am stärksten am Drahte der Silberseite, doch wurde weder das Gold angegriffen, noch ein Niederschlag erzeugt. Als sich ein Viertel-Kubikzoll Gas gesammelt hatte, entzündete ich es durch den electrischen Funken über Quecksilber. Es gab eine lebhafte Flamme, und liefs ein Luftkügelchen zurück, das noch nicht $\frac{1}{10}$ der ganzen Gasmenge betrug.

Versuch 6. Ich füllte nun die beiden vorigen mit den Golddrähten versehenen Röhren, mit liquidem *ätzendem Ammoniak*, und verband beide durch

Muskelfaser. In der Röhre der Zinkseite strömte das Gas sehr langsam aus, und der Golddraht wurde sichtlich angegriffen, theils ausgefressen, theils mit einem gelben Niederschlage bedeckt. In der Röhre der Silberseite war eine viel schnellere Gasentbindung, und das Gold veränderte sein Aussehn nicht. In 5 Stunden hatten sich in der Röhre der Zinkseite 5 Maafs Gas gesammelt, welche beinahe aus 3 Theilen Sauerstoffgas und 2 Theilen Stickgas bestanden; in der Röhre von der Silberseite waren 31 Maafs Wasserstoffgas mit sehr wenig Stickgas vermischt. Ich wiederholte diesen Versuch mehrmahls, um zu sehen, ob sich, nach einer langen Galvanisirung des Ammoniaks, das Verhältniß zwischen den Gasarten verändern würde. Allein fast immer standen beide Gasmengen im Verhältnisse von 1 zu 6, nur dafs endlich der Antheil an Sauerstoffgas etwas zunahm. Bei jedem Versuche bildete sich auf dem Golddrahte in der Röhre der Zinkseite ein gelber Niederschlag, den Salzläure langsam auflöste, unter Entweichung von etwas Stickstoffgas.

Gofs ich in die Röhre der Silberseite liquides ätzendes Ammoniak, und in die Röhre der Zinkseite Wasser, so blieben die Golddrähte unverändert, und in der erstern Röhre stieg Sauerstoffgas, in der letztern Wasserstoffgas beinahe in dem Verhältnisse an, worin ihre Grundstoffe im Wasser stehn. Verwechselte man dagegen die Röhren, so gab das mit der Silberseite entbundene Wasser Wasserstoffgas,

und das mit der Zinkseite verbundene Ammoniak $\frac{2}{3}$ so viel Sauerstoffgas mit etwas Stickgas vermischt, wobei der Golddraht angefressen wurde.

Versuch 7. Es wurde nun *concentrirte Schwefelsäure* in zwei solchen Röhren, die mit Muskelfaser verbunden waren, galvanisirt. In der Röhre der Zinkseite, wo der Golddraht unangegriffen blieb, sammelten sich, bei einer langen Dauer des Prozesses, 41 Maafs reines Sauerstoffgas, in der Röhre der Silberseite nur 15 Maafs Gas, die beim Abbrennen mit Sauerstoffgas sich stärker als reines Wasserstoffgas verminderten, und daher wahrscheinlich zum Theil aus Schwefel-Wasserstoffgas bestanden. Wolken von Schwefel füllten diese Röhre, die sich um die Spitze des Drahts herum ununterbrochen gebildet hatten.

Wenn ich eine Auflösung von ätzendem Kali oder auch reines Wasser in die Röhre der Silberseite, und Schwefelsäure in die Röhre der Zinkseite goß, so entband sich in jener reines Wasserstoffgas, in dieser reines Sauerstoffgas. — Wurde Wasser mit der Zinkseite und Schwefelsäure mit der Silberseite verbunden, so waren die Produkte dieselben, als hätte sich reine Schwefelsäure in beiden Röhren befunden.

Sehr *verdünnte Schwefelsäure* gab, wenn ich damit beide Röhren füllte, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas abgefordert, und zwar fast in dem zur Wassererzeugung nöthigen Verhältnisse.

Versuch 8. Reine Salzsäure in beiden Röhren auf dieselbe Art behandelt, gab kein Gas in der Röhre der Zinkseite, wo der Golddraht sehr stark angefressen wurde, und 30 Maafs reines Wasserstoffgas in der Röhre der Silberseite, wo der Golddraht keine Veränderung litt. — Wurde Wasser mit der Zinkseite und Salzsäure mit der Silberseite verbunden, so blieben beide Golddrähte unangegriffen, und aus dem Wasser sammelten sich 22 Maafs Sauerstoffgas, aus der Salzsäure 41 Maafs Wasserstoffgas. In umgekehrter Lage mit der Säule verbunden, gaben sie dieselbe Erscheinung, als wenn beide Röhren voll Salzsäure gewesen wären.

Versuch 9. Als concentrirte Salpetersäure in den Röhren galvanisirt wurde, bildeten sich in der Röhre der Zinkseite 19 Maafs reines Sauerstoffgas, dagegen in der Röhre der Silberseite nicht ganz $\frac{1}{2}$ Maafs Gas, das sich mit Sauerstoffgas nicht verminderte. Der obere Theil der Säure in dieser letztern Röhre färbte sich grün. Verband man Salpetersäure mit der Zinkseite und Wasser mit der Silberseite der Säule, so erzeugten sich Sauerstoffgas und Wasserstoffgas von einander abge sondert. In umgekehrter Lage stieß das mit der Silberseite verbundene Wasser Sauerstoffgas aus, die Salpetersäure keins, färbte sich aber grün.

In diesen Versuchen mit der *Schwefelsäure* und der *Salpetersäure*, wurden wahrscheinlich die Säuren in den Röhren der Silberseite durch den dort sich entbindenden Wasserstoff zerlegt. In den Versu-

ehen mit der *Salzsäure* und dem *Ammoniak* entstand das Deficit des Sauerstoffgas in der Röhre der Zinkseite wahrscheinlich mit aus der Oxydirung des Goldes. *Keiner dieser zusammengesetzten Stoffe scheint hierbei unmittelbar durch die galvanische Wirkung zersetzt worden zu seyn.*

Die Verschiedenheit dieses Resultats von denen des Hrn. Henry *) läßt sich durch die Verschiedenheit unsrer Verfahrungsart erklären, und ich glaube, daß dieser geschickte Chemiker gewiß seine Schlüsse in Rücksicht der Zersetzung des Kali ändern wird, wenn er seinen Versuch damit unter andern Umständen nochmahls wiederholt. **)

Nach der Schnelligkeit zu urtheilen, mit der sich die Gasarten entwickelten, ist *liquides Kali* ein besserer Leiter des Galvanismus als *Wasser*; dieses ein besserer Leiter als *flüssiges Ammoniak*, und die schlechtesten Leiter unter diesen Stoffen sind die *drei mineralischen Säuren*. Vielleicht, daß Phosphorsäure und andere Säuren von dem Wasserstoffe zersetzt werden, den die galvanische Wirkung entbindet. Blicke das Verhältniß zwischen dem Sauerstoffe und Wasserstoffe, beim Entbinden derselben durch verschiedene Drähte immer dasselbe, was auch für Stoffe in dem Wasser, das sie berührte, aufgelöst seyn mögen; so würde der durch Galva-

*) *Annalen der Physik*, VI, 369 f.

d. H.

**) Vergleiche Henry's Widerruf im folgenden Aufsatze.

d. H.

nismus sich entbindende Wasserstoff ein sehr kräftiges und genaues Hülfsmittel für die chemische Analyse abgeben.

3. *Versuche über die Wirkung der Kohle in Volta's Säule.*

Schon Volta entdeckte bei seinen frühern Versuchen über die sogenannte thierische Electricität, daß *gut gebrannte Kohle* ein Leiter für den Galvanismus ist. Ich finde, daß sie, mit den Enden der Voltaischen Säule in Verbindung gesetzt, gerade so wie die Metalle, Schläge und Funken bewirkt, (besonders lebhaft ist der Funken, wenn die Kohle heiß ist,) und daß vollkommen gute Kohlen, die in der Kette der Voltaischen Säule mit Wasser oder wässerigen Auflösungen in Verbindung gesetzt werden, auf diese eine ähnliche Wirkung als die Metalle, doch unter einigen besondern Erscheinungen äußern.

Versuch 10. Ich verband mit den Enden einer Voltaischen Säule von 60 Lagen, (*pieces?*) zwei Silberdrähte, und befestigte an diese zwei lange und dünne Streifen trockner Kohle, deren Spitzen ich in ein Glas voll *Wasser*, in der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zolle von einander, setzte. Die kleinen, der Kohle anhängenden, Luftbläschen wurden sorgfältig weggewischt, um die galvanische Einwirkung zu sichern. Ungefähr nach 1 Minute fing die Gasentbindung an der Spitze der mit der Silberseite der Säule verbundenen Kohle an, und dauerte den ganzen Prozeß

hindurch mit Lebhaftigkeit fort. Dagegen verfloß $\frac{1}{4}$ Stunde, ehe die Kohle der Zinkseite irgend etwas Gas gab, und dieses blieb dann in sphärischen Blasen an der Kohle sitzen, ohne durch das Wasser in die Höhe zu steigen.

Aus der bekannten Wirkung glühender Kohle auf das Wasser, vermuthete ich, daß jetzt die Silberseite des Apparats nicht reines Wasserstoffgas, sondern Kohlenstoff-Wasserstoffgas gegeben, und daß sich an der Kohle der Zinkseite Kohlensäure, die das Wasser sogleich verschluckt, entbunden habe.

Versuch 11. Um diese Vermuthung zu prüfen, nahm ich zwei kleine, $\frac{1}{4}$ Zoll dicke und 3 Zoll lange Gläseröhren, kittete in ihr eines Ende ein dünnes, hartes Stück polirter Holzkohle, füllte sie darauf mit destillirtem Wasser, und setzte sie umgekehrt in ein Glas mit *destillirtem Wasser*. Die Kohlen wurden mit den Enden der Voltaischen Säule verbunden, und so ließ ich die Kette 14 Stunden lang geschlossen. In dieser Zeit hatte sich um die Kohle der Silberseite über 50mahl mehr Gas, als um die Kohle der Zinkseite angesammelt. Ich brachte nun die Röhre der *Zinkseite* mit ihrem Wasser und Gas in ein Gefäß mit Kalkwasser. Beim Schütteln trübte sich dieses, das Gas verminderte sich aber nicht merkbar. Aus der Verminderung, welche dieses Gas erlitt, als es mit dem doppelten Volumen Salpetergas vermischt wurde, erhellte, daß es ungefähr so viel Sauerstoffgas, als die atmosphärische Luft enthielt. — Vom Gas der *Silberseite* verschluckte

schluckte Salpetergas nichts; 12 Maafs mit 8 Maafs Sauerstoffgas in einer Detonnations-Röhre gemischt und durch den electricen Funken entzündet, liefsen nach dem Abbrennen über 3 Maafs Rückstand, wovon Kalkwasser etwas unter Trübung absorbirte. Es blieben nach dieser Absorption aber wenigstens noch $2\frac{1}{2}$ Maafs übrig, die mit Salpetergas rothe Dämpfe bildeten und sich verminderten, offenbar also Sauerstoffgas enthielten.

Versuch 12. Da diese Resultate mich überraschten, so wiederholte ich den Versuch mit *Wasser*, das lange Zeit über gekocht hatte und noch heifs war. Die Zinkseite gab nun den ganzen Prozeß über gar kein Gas, und es verging über $\frac{1}{2}$ Stunde, ehe an der Silberseite eine Gasentbindung eintrat. Das hier erzeugte Gas verminderte sich beim Abbrennen mit Sauerstoffgas, wie reines Wasserstoffgas, und der Rückstand trübte Kalkwasser nur wenig.

Dafs sich jetzt kein Gas an der Zinkseite entwickelte, ist daraus erklärbar, dafs das im vorigen Versuche dort sich entbindende Gas, im destillirten Wasser aufgelöste Luft war, die, bei der stärkern Verwandtschaft des Wassers zur Kohlenäure, daraus frei wurde. Weshalb aber jetzt eine so lange Zeit verstrich, ehe sich an der Silberseite Wasserstoffgas entband, das doch beim galvanischen Prozesse mit Metallen selbst aus gekochtem Wasser gleich nach dem Schliesen der Kette erscheint, weifs ich mir nicht zu erklären. Nahm ich an der Silberseite

einen Silberdraht statt der Kohle zum Leiter, an der Zinkseite Kohle, so stieß der Draht sogleich Gas aus; in umgekehrter Lage, wenn Kohle an der Silberseite und Draht an der Zinkseite war, erschien aber in vielen Minuten kein Gas.

Versuch 13. Ich verband nun einen Streifen Kohle mit der Zinkseite und einen Silberdraht mit der Silberseite, und führte beide in ein Glas mit *Kalkwasser*. Sogleich stieß der Draht Gasblasen aus; um die Kohle bildeten sich nur wenige dem Anscheine nach mit einer weissen Kruste bedeckte Blasen, und beim Fortgange des Processes fielen von der Kohle weisse Wölkchen herab, die sich durch die Flüssigkeit verbreiteten.

Versuch 14. Beide Enden der Säule wurden mit Streifen Kohle verbunden, und diese in eine starke Auflösung von *ätzendem Kalt* geleitet. Keine von beidengab während 2 Stunden das mindeste Gas, auch sah man keine Farbenänderung in der Flüssigkeit, obgleich die Verbindung vollkommen war. Silberdraht an der Zinkseite, statt der Kohle genommen, gab Gas, zugleich aber die Kohle an der Silberseite keins. Dasselbe war der Erfolg, wurde der Draht mit der Silber-, die Kohle mit der Zinkseite verbunden; auch dann entwickelte sich am Drahte viel Gas, keins an der Kohle.

Versuch 15. Wenn ich zwei mit den Enden der Säule verbundene Streifen Kohle in liquides *Ammoniak* leitete, gab die Kohle der Zinkseite Gas, die Kohle der Silberseite keins. Vertauschte ich aber

letztere mit Silberdraht, so entband auch dieser zugleich Gas, und zwar schneller als die Kohle der Zinkseite. Das Gas der Zinkseite litt durch Salpetergas keine Verminderung; der Draht der Silberseite hatte zomahl mehr Gas gegeben, und zwar schien es reines Wasserstoffgas zu seyn.

Ich lasse mich hier auf keine theoretischen Vermuthungen über diese Versuche ein, ob ich gleich glaube, daß die beiden letzten zu interessanten Schlüssen führen könnten. So eben bin ich beschäftigt, die Produkte eines langen Galvanisirens von liquidem Kali und Ammoniak in Betührung mit Kohle genauer zu untersuchen; vielleicht, daß ich dabei zu interessanten Resultaten gelange.

Dowry Square, Hotwells, Sept. 22. 1800.

IX.

W I D E R R U F

WILL. HENRY'S

*seiner durch Galvanismus bewirkten Zersetzung des Kali und Ammoniaks. *)*

Die Schlüsse, die ich aus meinen Versuchen, (*Annalen der Physik*, VI, 374,) über die Zersetzung des Kali gezogen hatte, war ich im Begriffe zu

*) Aus einem Briefe an Nicholson den 15ten Sept. 1800. *Journal*, Vol. 4, p. 336. d. H.

widerrufen, noch ehe Davy's interessante Aufsätze mir bekannt wurden. Nur weil ich die Resultate einiger vor einem Monate begonnener Versuche, in denen ich aber unterbrochen wurde, zugleich bekannt machen wollte, schob ich das Bekenntniß meines Irrthums bis jetzt auf.

Was mir zuerst bewies, daß ich mich in meinen Schlüssen übereilt haben möchte, war, daß der bewußte schwarze Niederschlag, als ich ihn untersuchte, sich als ein *Metall-Oxyd* und nicht als Kohle zeigte, worauf ich geschlossen hatte. Ich galvanisirte daher das *kaustische Kali* außer Berührung mit Quecksilber, und erhielt nun kein solches schwarzes Pulver. Die entbundenen Gasarten waren Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, fast in dem Verhältnisse, worin sie sich aus Wasser entbinden. Unedle, dem Quecksilber beigemischte Metalle, *) hatten sich in meinen vorigen Versuchen dieses sich entbindenden Sauerstoffs bemächtigt, und es verhindert, als Gas zu erscheinen. — Als ich *Ammoniak* außer aller Berührung mit Quecksilber galvanisirte, erhielt ich eben die Gasarten, und in demselben Verhältnisse, als *Crusckiank*, (in dem Aufsatze dieses Stücks, S. 106,) wobei sich das Sauerstoffgas zu verringern schien, je stärker das flüssige Ammoniak concentrirt war.

*) Vergl. oben S. 109.

X.

BESTANDTHEILE

*der noch unzerlegten Alkalien. *)*

Am 6ten Floreal las Guyton im National-Institute eine Abhandlung über die Bestandtheile der fixen Alkalien vor, die sich auf Versuche gründet, welche er mit Desormes, Chemiker bei der *Ecole polytechnique*, angestellt hatte. Er folgert aus diesen Versuchen:

1. das *Kali* bestehe aus *Kalkerde* und *Wasserstoff*;
2. das *Natron* aus *Talkerde* und *Wasserstoff*.

Andern Versuchen zu Folge stellt er zugleich die Vermuthung auf:

die *Kalkerde* bestehe aus *Kohlenstoff*, *Stickstoff* und *Wasserstoff*,

die *Talkerde* aber aus *Kalkerde* und *Stickstoff*, so daß sie zwar einerlei Bestandtheile mit der *Kalkerde*, nur verhältnismäßig mehr *Stickstoff* enthalte.

*) *Journal de Physique*, t. 54, p. 81.

 XI.

WIEDERHOHLUNG

*der Voltaischen und der Nicholson'schen
Versuche mit der galvanischen Säule
in Paris.*

Als diese Versuche in Paris aus den englischen öffentlichen Blättern und Journalen bekannt geworden waren, wurden sie, wie das *Bulletin des Sciences*, An 8, Fructidor, p. 144, erzählt, vom Bürger Robertson und einer Commission des National-Instituts wiederholt. Sie fanden, daß der lebhafteste und stechende Schmerz, den man bei der Berührung beider Enden der Säule mit genähten Fingern empfindet, stärker ist, wenn der, der sie berührt, isolirt ist. Eine Kette von mehreren Personen schwächt den galvanischen Schlag; doch erhalten auch sie ihn stärker, wenn sie sich isoliren. Dieses ist das einzige Eigenthümliche bei diesen Versuchen, so viel sich davon aus dem *Bulletin* schließen läßt.

XII.

A U S Z U G

aus einem Briefe des Hrn. HEINR. MÜLLER in Brieg an den HERAUSGEBER.

Brieg den 1st. Nov. 1800.

— — **I**n Breslau werde ich nun bald mit Hülfe des Herrn Münzwardeins Unger eine Voltaische

Säule von 600 Plattenpaaren aufführen. Herr Mechanikus Kling er liefert mir hierzu alle nöthige Instrumente, und Herr Apotheker Paricius, ein sehr geschickter Chemiker, bereitet schon die dazu erforderlichen chemischen Präparate. Die Beobachtung der electricischen Erscheinungen; die Zersetzung des Wassers, der Auflösungen von Alkalien und Erden, und der Säuren; die Untersuchung der dabei entstehenden Gasarten; die Fällung der Metallauflösungen; und Versuche mit Thieren, sollen die Arbeiten seyn, auf die unsre große Säule mit ungestempelten Thalerstücken angewendet werden soll. *) Da mehrere dieses Unternehmen planmäßig mit mir ausführen wollen, so hoffe ich alle Versuche und Beobachtungen aufs genaueste anstellen und vollenden zu können. Wünschen Sie Versuche, die Ihnen wichtig dünken, angestellt zu sehn, so werde ich sie mit dem größten Fleisse auszuführen suchen. Nur bitte ich Sie um Platindraht, den man hier nicht bekommen kann. — —

*) Cruickshank's Bemerkung, S. 101, läßt mich fast fürchten, daß der Effect einer so gewaltigen galvanischen Maschine den Erwartungen, die ihre Größe erregt, bei chemischen Zersetzungen schwerlich entsprechen werde. Desto lehrreicher möchten die Versuche mit ihr für die Vergleichung des Galvanismus mit der Electricität ausfallen. d. H.

XIII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der *Utrechter Gesellschaft der Künste und Wissenschaften.*

Eine Preisvertheilung für das Jahr 1800 fand nicht statt, weil keine Abhandlung eingelaufen war. — Es wurde beschlossen, für den Verfasser der besten Abhandlung über einen beliebigen Gegenstand der Naturlehre eine goldne Medaille, 30 Dukaten an Werth, und für den Verfasser der nächstbesten eine silberne Medaille als Preis auszusetzen. Diese Abhandlungen müssen vor dem 1ten Oktober 1801 eingereicht seyn, und der Ausspruch darüber geschieht in der allgemeinen Versammlung des Jahrs 1801, (den 17ten Juni?)

Ferner wurde die Frage: *Welches Licht verbreiten die neuen Entdeckungen in der Chemie über die Ursachen der verschiedenen Erscheinungen in der Atmosphäre, als: Regen, Hagel, Schnee, Nebel u. dergl., so wie über die Ursachen der Erdbeben und feuerspeienden Berge?* zum zweiten Male aufgegeben. Die Abhandlungen müssen vor dem 1ten Oktober 1801 an Dr. Luchtmans in Utrecht, frankirt, mit lateinischen Lettern, doch nicht mit des Verfassers eigener Hand geschrieben, eingeschickt werden, und können holländisch, deutsch, englisch, französisch oder lateinisch seyn. Der Preis von 30 Dukaten wird in der allgemeinen Versammlung von 1801 vertheilt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, ZWEITES STÜCK.

I.

UNTERSUCHUNGEN

*über die wärmende und die erleuchtende
Kraft der farbigen Sonnenstrahlen;
Versuch über die nicht-sichtbaren
Strahlen der Sonne und deren
Brechbarkeit;
und
Einrichtung grosser Teleskope zu Son-
nenbeobachtungen.*

von

WILLIAM HERSCHEL L. D., F. R. S.,
zu Slough bei Windsor. *)

Zweifel an allgemein angenommenen und zugege-
benen Dingen, sind schon manchemal für die Phy-

*) Ein kurzer Auszug aus zwei umständlichen Auf-
sätzen Herschel's, der, wie schon längst am
Himmel, nun auch, durch astronomische Beobach-
tungen veranlaßt, in einem der interessantesten
Theile der Physik, mit einer vielversprechenden

Annal. d. Physik. B. 7. J. 1801. St. 2.

K

sik sehr erspriesslich gewesen, da hier mehrentheils die Mittel, uns über jeden Zweifel Auskunft zu verschaffen, in unsrer Macht stehn, und jeder Versuch, etwas, das man bis dahin auf bloßen Glauben annahm, durch Erfahrung zu prüfen, für unsre Kenntniß der Natur von wichtigen Folgen seyn kann. So z. B. ist es so höchst natürlich, zu glauben, daß zu der Hitze im Focus eines Brennglases jeder der dort condensirten Sonnenstrahlen seinen Antheil gleichmälsig beitrage, daß man es für absurd halten würde, wenn jemand behaupten wollte, daß manche dieser Strahlen im Vergleiche mit andern nur auf eine sehr unbedeutende Art zum Verbrennen und Verglasen der Körper, die man in den Focus legt, mitwirken. Es wird daher nicht uninteressant seyn, wenn ich hier angebe, wie ich auf die Vermuthung gekommen bin, das *Vermögen*, zu wärmen, und das *Vermögen*, zu erleuchten, möchten nicht auf einerlei Art unter die farbigen Strahlen der Sonne vertheilt seyn.

Entdeckung auftritt. Beide Aufsätze stehen in dem neuesten Bande der *Philosophical Transact. of the Roy. Soc. of London for 1800*, P. 2, p. 255 — 291, und beschreiben unter andern umständlich die im Briefe von Blagden an Berthollet, (*Annalen der Physik*, V, 460,) angekündigte Entdeckung. Indem ich beide Aufsätze hier in einen verschmolz, konnten alle Wiederholungen und Berichtigungen, die sich in den Originalen finden, daraus fortfallen.

d. H.

Ich wünschte die beste und sicherste Art zu wissen, die Sonne durch große Teleskope von ansehnlicher Oeffnung und Vergrößerung zu betrachten. Zu dem Ende stellte ich eine Reihe von Versuchen mit verschiedenen gefärbten Gläsern an, die ich auf mannigfaltige Art mit einander verband, um daraus die schicklichste Verbindung zu verdunkelnden Sonnentgläsern zu nehmen. Was mich nicht wenig überraschte, war, daß ich bei einigen, die nur wenig Licht hindurch ließen, doch eine merkliche Wärme verspürte, dagegen bei andern viel lichthellern fast gar keine Wärme fühlte. Da nun zugleich durch solche Gläser die Sonne in verschiedenen Farben erschien, so mußte ich natürlich auf die Vermuthung kommen, daß die farbigen Strahlen, wie sie das Prisma sondert, ein sehr verschiedenes Vermögen haben, zu wärmen; und hatten sie das, so möchte vielleicht eine ähnliche Verschiedenheit in ihrem Vermögen, zu erleuchten, obwalten; denn gesetzt, gewisse Farben wären mehr geeignet, zu wärmen, so könnten dafür andere geschickter zum Sehen und zum Erleuchten der Gegenstände seyn. Ueber alles dieses liefs sich nur allein durch Versuche urtheilen.

Erste Reihe von Versuchen: über die wärmende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen. Es wurde ein Stück Pappe in einen Rahmen so befestigt, daß es sich unter beliebigen Winkeln gegen den Horizont neigen liefs, ungefähr wie in den gewöhnlichen Tischspiegeln, und in diese Pappe eine geradlinige

Ritze, etwas breiter als eine Thermometer-Kugel, und in gehöriger Länge eingeschnitten. Diese Ritze stellte ich in einem verdunkelten Zimmer der Achse des Prisma parallel, und drehte dann die Pappenebene so, daß sie den farbigen Strahl, der durch die Ritze fiel, senkrecht durchschnitt. Der Rahmen befand sich auf einer Ebene, auf der zugleich hinter der Pappe 3 sehr empfindliche Thermometer standen, mit geschwärzten Kugeln und mit Skalen, die erst in einiger Entfernung von den Kugeln anfangen, wie man auf Taf. VI, abgebildet sieht. Diese Thermometer ließen sich nach Willkühr einzeln, oder alle drei, in die farbigen Strahlen, die durch die Spalten fielen, oder in den Schatten des undurchgeschnittenen Theils der Pappe schieben. Wurde eins allein in die farbigen Strahlen gesetzt, so stieg darin das Quecksilber, während es in den beiden andern unverrückt stehn blieb; ein sicheres Zeichen, daß die Zunahme an Wärme im ersten lediglich durch den Einfluß der farbigen Sonnenstrahlen bewirkt wurde.

Aus acht Reihen von Versuchen, die in Tabellen mitgetheilt werden, erhellt, daß jedes dieser Thermometer binnen 10 Minuten in den *rothen* Strahlen um $6\frac{7}{8}^{\circ}$, in den *grünen* Strahlen um $5\frac{1}{4}^{\circ}$, und in den *violetten* Strahlen um 2° im Mittel stieg. Kleinere Thermometer zeigten zwar dieselbe Wirkung, nur minder beträchtliche Veränderungen im Thermometerstande, welches wahrscheinlich der Erkältung durch den aufsteigenden Luftstrom zu-

zuschreiben ist, da dieser verhältnißmäfsig stärker auf kleinere Thermometer-Kugeln wirken mufs, in welchen, im Vergleiche mit grössern, die Masse in stärkern Verhältniffe als die Oberfläche verringert wird. *) Das mittlere Resultat aus beiden Arten von Thermometern war, dafs die Grade des Anstiegs in den rothen, in den grünen und in den violetten Strahlen, sich zu einander sehr nahe wie $5\frac{1}{2} : 4\frac{1}{2} : 1$ verhielten.

Zweite Reihe von Versuchen: über die erleuchtende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen. Diese zu untersuchen, gab es kein schicklicheres Werkzeug als das Mikroskop; und zwar bediente ich mich hierbei der Vorrichtung desselben für dunkle Körper, damit kein störender Durchgang von Lichtstrahlen durch die Theilchen farbiger durchsichtiger Körper möglich bliebe. Unter einer Menge von Gegenständen, die ich von den verschiedenen farbigen Sonnenstrahlen der Reihe nach erleuchten liess, und sie dabei mit einer 42mahligen Vergrößerung betrachtete, **) war keiner zu dergleichen Untersuchungen geschickter, als ein eiserner Nagel, bei dessen Dichtigkeit und Schwärze es am leichtesten

*) Die Oberflächen von Kugeln stehn bekanntlich im Verhältniffe der Quadratzahlen, ihr Inhalt im Verhältniffe der Kubikzahlen ihrer Halbmesser.

d. H.

**) Herschel theilt in seinem Aufsatze ein detaillirtes und umständliches Verzeichniss aller dieser Versuche mit.

d. H.

fiel, Irrthum im Vergleichen der Erleuchtung durch die verschiedenen farbigen Strahlen zu vermeiden. Doch wurde ich nicht wenig überrascht, da auf dem Nagel, so weit das Feld des Mikroskops reichte, sich eine glänzende Constellation vieler tausend leuchtender Pünktchen zeigte, deren Licht zwar von der Farbe der erleuchtenden Strahlen war, im Glanze aber beträchtlich von einander abwich. Einige der Pünktchen waren dunkel und schwach, andere lichtvoll und glänzend, und in den glänzendsten zeigte sich eine kleine Variation in der Farbe, oder vielmehr in der Intensität der Farbe, da das Licht in der Mitte lebhafter war, und sich vom Teint der erleuchtenden Strahlen, mehr nach dem Weiß hin zu ziehn, dagegen am Umfange dunkler zu seyn schien.

Die Beobachtungen an diesen verschiedenen Gegenständen stimmten aufs beste zusammen, und führten zu dem Schlusse, daß die *rothen* Strahlen keinesweges die vorzüglichste Erleuchtung gewähren, sondern daß die *orangefarbenen* Strahlen besser als sie, und noch stärker die *gelben* Strahlen erleuchten. Das *Maximum* der Erleuchtung liegt im hellsten Gelb oder im bläffesten Grün. Das Grün selbst ist beinahe so hell als das Gelb; hinter dem vollen tiefen Grün nimmt aber die erleuchtende Kraft der farbigen Strahlen sehr merklich ab. Die *blauen* erleuchten ungefähr so stark als die *rothen*; sehr viel weniger die *indigfarbenen*, und noch weniger die *violetten* Strahlen, die nur sehr schwach sind.

Zugleich hatte ich in allen diesen Versuchen darauf gesehen, ob etwa einige der farbigen Strahlen grössere *Deutlichkeit* als andere gäben. Deutlichkeit schien aber, so ungleich auch die Erleuchtung durch die farbigen Strahlen war, doch nirgends zu fehlen; und wenn schon auf dem Nagel, aus Mangel an Licht, bei den minder erleuchtenden Strahlen, weniger glänzende Punkte sichtlich waren, so sah man doch die wahrnehmbaren stets vollkommen deutlich.

Dritte Reihe von Versuchen: über die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen und deren Brechbarkeit.)* Der Apparat zu diesen Versuchen ist Taf. IV, abgebildet. Man denke sich ein verfinstertes Zimmer, an dessen Fenster, hinter der Oeffnung durch welche die Sonnenstrahlen einfallen, ein Prisma *CD* angebracht ist, und zwar, wie hier in der Zeichnung, mit dem brechenden Winkel nach oben. Ein Tisch wurde so gesetzt, daß er das Farben-Spectrum wie bei *E* auf fing, und auf ihn stellte ich ein kleines viereckiges mit weißem Papiere überzogenes Tischchen, wie *AB*. Parallel mit der vordern Seite des Vierecks sind auf dasselbe gerade Linien, die erste genau $\frac{1}{4}$ Zoll von der Seite, die

*) Diese Versuche machen den Gegenstand der zweiten Abhandlung Herschel's aus, die ich mit der ersten Abhandlung in ein Ganzes vereinigt und dadurch, wenn ich nicht irre, das Interesse beider erhöht habe.

übrigen in Abständen von $\frac{1}{2}$ Zoll gezogen, um als Maassstab zu dienen. Drei andere Linien durchschneiden jene senkrecht; sie stehn 4 und $2\frac{1}{2}$ Zoll von einander ab, und über sie werden die Thermometer 1, 2, 3, (dieselben, die schon zu der ersten Versuchsreihe dienten,) stets so gestellt, daß der Mittelpunkt des Schattens jeder Kugel auf einen der Durchschnits-Punkte dieser Linien mit den erstern fällt. Die Thermometer selbst ruhen auf den kleinen schiefen Ebenen, die ihnen zum Gestelle dienen, so, daß sie frei über dem Tischchen schweben. Dieses Tischchen wird nun so gerückt, daß vom ganzen Farben-Spectrum kein anderes Licht, als leiglich rothes, in der Breite von $\frac{1}{4}$ Zoll, auf dasselbe fällt, und mithin darauf gerade bis an die erste Querlinie reicht, wie es auch Taf. IV darstellt. Alles übrige farbige Licht, bis auf dieses äußerste verschwindende, geht vor dem Rande des Tischchens vorbei, und kann mithin auf den Versuch weiter keinen Einfluss haben. — Immer nur wurde auf das erste Thermometer der Theil des Farben- oder Wärme-Spectrums gebracht, dessen wärmende Kraft bestimmt werden sollte, indess die beiden andern Thermometer aus der Ebene der Brechung blieben, um an ihnen den Normalstand zu haben. Beim Wiederholen der Versuche wurde das erste Thermometer mit einem der beiden andern vertauscht.

Bei diesen Versuchen zeigte sich nun bald, daß das erste Thermometer anstieg, auch wenn das

Farben-Spectrum nicht bis an dasselbe reichte, sondern sich vor demselben, wie z. B. in Taf. IV, endigte. In 3 Versuchen mit demselben Thermometer, stieg dieses, als es von den äußersten rothen Strahlen, auf dem Tischchen, in der Ebene, der Brechung, $\frac{1}{2}$ Zoll weit abstand, in 10 Minuten um $6\frac{1}{2}^{\circ}$; bei 1 Zoll Abstand von der äußersten Gränze des Roths in 10 Minuten *) um $5\frac{1}{2}^{\circ}$; und bei $1\frac{1}{2}$ Zoll Abstand von jener Gränze in 10 Minuten um $3\frac{1}{2}^{\circ}$.

Am andern Ende des Farben-Spectrums fand über die äußerste Gränze des Violett's hinaus gar keine Veränderung im Thermometer-Stande, und nicht die mindeste Erwärmung statt. Die Entfernung vom Prisma betrug 52 Zoll.

Hieraus folgt unläugbar, *dass es Sonnenstrahlen giebt, die minder brechbar, als alle sind, welche den Sinn des Sehens afficiren, und dass diese nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen zwar mit einer großen Kraft, zu erwärmen, aber nicht mit dem Vermögen, zu erleuchten, begabt sind.* Gerade dieses ist aber der Grund, warum sie unsrer Aufmerksamkeit bisher entgangen, und von allen Physikern unbemerkt geblieben sind.

Schon aus den vorigen Versuchsreihen hatte sich gezeigt, dass die Wärme im Farben-Spectrum sich keinesweges nach der Erleuchtung richtet, und den letztern Versuchen zu Folge ist die Erwär-

*) Wohl nur durch einen Druckfehler steht im Texte 13 Minuten. *St. Petersburg, den 1. d. H.*

nung selbst nicht auf die Gränzen des Farben-Spectrums beschränkt, sondern geht mittelst nicht-sichtbarer, aber stark wärmender Sonnenstrahlen, über diese Gränze hinaus. Es entstand daher nun die interessante und wichtige Frage, wo die Stelle sey, in welcher die wärmende Kraft am größten ist. *Dieses Maximum von Wärme findet sich, sorgfältigen Versuchen zu Folge, in der Ebene der Brechung ausserhalb der Gränze des Farben-Spectrums, ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll vom äussersten Roth; und in 1 Zoll Abstand von der Gränze des Roths ist die Wärme eben so groß, als in der Mitte des rothen Lichts. Die Gränzen des Wärme-Spectrums, (wie es sich nach Analogie des Farben-Spectrums nennen lässt,) sind das äußerste Violett, und ein nicht genau zu bestimmender Punkt, der wenigstens $1\frac{1}{2}$ Zoll oder $1\frac{1}{2}$ Grad über die Gränzen des äußersten Roths hinaus liegt.*

Dürfen wir aus der Größe des Effects auf die Menge des Wirkenden schließen; so möchten die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen die sichtbaren der Zahl nach weit übertreffen.

Folgerungen.

Nennen wir *Licht* die Strahlen, welche die Gegenstände erleuchten, und *strahlende Wärme* die Strahlen, durch welche die Körper erwärmt werden; so läßt sich fragen: ob *Licht und strahlende Wärme wesentlich von einander verschieden sind*; eine Frage, bei deren Beantwortung man die Regel einer gefunden

Physik; daß zur Erklärung von Erscheinungen nicht zwei verschiedene Ursachen anzunehmen sind, wenn Eine ausreicht, nicht aus den Augen setzen darf.

So wie ein *Lichtstrahl*, der aus der Sonne zu uns kömmt, mehrere Lichtstrahlen von verschiedener Brechbarkeit in sich enthält: so besteht auch jeder *Wärmestrah*, der aus der Sonne emanirt, aus vielen Wärmestrahlen von verschiedener Brechbarkeit. Denn wäre dieses nicht, würden alle Wärmestrahlen, die auf das Prisma fallen, auf einerlei Art gebrochen; so müßte das ganze Wärme-Spectrum in einen Raum, nicht breiter als das Prisma, eingeschränkt seyn, statt daß es sich durch das ganze Farben-Spectrum und noch beträchtlich weiter erstreckt. Durch ein Prisma gebrochen fällt die äußerste strahlende Wärme mit dem violetten Lichte zusammen; hier ist sie am stärksten gebrochen, und zugleich am wenigsten wirksam. Die gebrochenen Wärmestrahlen ziehn sich von da durch das ganze Farben-Spectrum hindurch, und ihre wärmende Kraft nimmt immer zu, indess ihre Brechbarkeit abnimmt. Mit dem äußersten Roth verschwinden sie aber nicht, sondern sie erstrecken sich in einem *nicht-sichtbaren* Zustande, noch beträchtlich weit über das Farben-Spectrum hinaus, und anfangs wächst auch hier ihre wärmende Kraft, so wie ihre Brechbarkeit abnimmt, bis zum *Maximum* der Erwärmung. Ueber dieses hinaus nimmt, bei noch immer abnehmender Brechbarkeit, ihre wärmende Kraft sehr schnell ab, wahrscheinlich, weil sie nun

immer weniger dicht werden, worauf das *unsichtbare thermometrische Spectrum* bald ganz verschwindet.

Ist dieses eine richtige Darstellung der Wirkung des Prisma auf die Sonnenwärme, (und daß sie dieses ist, beweisen die erste und dritte Reihe von Versuchen;) so glaube ich, sind wir zu folgender *Hypothese* berechtigt: „Alle Sonnenstrahlen, welche die Brechbarkeit der farbigen Lichtstrahlen haben, wirken auf das Organ des Sehens, vermöge dessen eigenthümlicher Beschaffenheit, und zeigen sich als Licht und Farbe; die übrigen, stärker brechbaren, bleiben in den Häuten und Feuchtigkeiten des Auges zurück, und indem sie auf diese nach der Art, wie auf alle übrige Theile des Körpers wirken, erregen sie in ihnen die Empfindung der Wärme.“

Diese Untersuchungen dürften vielleicht noch manche ähnliche, nicht minder interessante veranlassen. Sollte sich so z. B. in den chemischen Eigenschaften des farbigen Lichts vielleicht eine eben solche Verschiedenheit finden, als in ihrem Vermögen, zu erleuchten und zu wärmen? Es lassen sich leicht zweckmäßige Methoden angeben, wie dieses zu untersuchen wäre, und bei den Eigenschaften des Lichts braucht man kein zu kleinliches Detail zu scheuen, da es das feinste unter allen Wirkungsmitteln im Mechanismus der Natur ist, und eine genauere Bekanntschaft damit uns in den Stand set-

tzen würde, viele noch unbekannte Naturerscheinungen genügender zu erklären. *)

*) Schon besitzen wir einige hierher gehörige Versuche, wie vorläufig in den *Annalen der Physik*, VI, 118, bemerkt wird. Scheele, (*sämmtl. Werke*, Th. I, S. 144,) legte ein mit Hornsilber bestrichenes Stückchen Papier in das Farben-Spectrum des Prisma, und bemerkte, daß es in der violetten Farbe weit eher schwarz wurde, als in den andern Farben. Mithin reducirte sich das Silber-Oxyd hier am schnellsten, welches in der That sehr auffallend ist, da das violette Licht an wärmender und an erleuchtender Kraft allem andern so weit nachsteht, und allerdings ließe dieses, wenn es sich bestätigt, noch interessante Erweiterungen der Herschellschen Ansichten vom Lichte erwarten. Die unsichtbaren bloß wärmenden Sonnenstrahlen, die durch ein schwarzes Glas allein durchzugehn scheinen, haben, nach Scheele's Erfahrungen, (Th. I, S. 149,) gar keine chemischen Wirkungen des sichtbaren Lichtes. Streicht man, nach ihm, ein Glas mit dicker schwarzer Farbe an, und stellt es Tage lang in den Sonnenschein, so wird Hornsilber in dem Glase nicht schwarz, reducirt sich darin kein Gold-Oxyd, wird die rauchende Salpetersäure nicht roth, und Braunstein darin nicht aufgelöst, obgleich das Glas sich erhitzt. Alle diese Wirkungen erfolgen eben so wenig in der nicht-sichtbaren Ofenwärme. Noch gehören hierher Sennehier's und des Grafen von Rumford Versuche, (*Annalen*, II, 273 a.) ob schon dessen Erklärung der chemischen Eigenschaften des Son-

Aus dem Umstande, daß in den rothen Strahlen unter allen farbigen die größte wärmende Kraft liegt, erklärt sich sehr gut die starke Hitze, welche ein Feuer, wenn es zum Rothglühen gekommen ist, ringsumher verbreitet. Eben so die große Hitze der Holzkohlen, der Coaks und der mit Lehm gemischten Kugeln aus Kohlenstaub; da, wie bekannt, alle diese Brennmaterialien mit rothem Lichte brennen. Ferner ist daraus der geringe Grad von Hitze zu erklären, den die gelben, grünen, blauen und purpurfarbenen Flammen des brennenden, mit Salzen vermischten Spiritus haben, durch die man ohne Schaden die Hand hindurch führen kann. Endlich fällt hierdurch auch alles Auffallende in der Zurückwerfung der strahlenden nicht-sichtbaren Wärme durch Hohlspiegel weg. *)

nenlichtes schwerlich mit dem zuerst angeführten Scheefchen Versuche bestehen möchte. d. H.

*) Auf die große Uebereinstimmung zwischen der strahlenden Wärme und den Lichtstrahlen, scheint mit zuerst Scheele aufmerksam gemacht zu haben, (*jämmtliche Werke*, Th. I, §. 55 f.). Da aus Herschel's dritter Reihe von Versuchen erhellt, daß die strahlende Wärme gleich den sichtbaren Sonnenstrahlen brechbar ist, und zwar gerade so, wie das farbige Licht, ihren bestimmten Grad von Brechbarkeit hat; so würde es in der That eher wunderbar seyn, wenn sie nicht auch bei der Reflexion den Gesetzen der sichtbaren Strahlen, das ist des Lichts, unterworfen wäre. Daher scheint mir die Erfahrung, daß gläserne Spiegel die nicht-

Einrichtung großer Teleskope zu Sonnenbeobachtungen.

Die vorigen Versuche, auf die ich gekommen war, indem ich mich bemühte, ein Teleskop von großer Oeffnung und starker Vergrößerung zu Sonnenbeobachtungen einzurichten, wurden mir nun auch zu dieser Absicht selbst nützlich. Ein zehnfüßiger Newtonscher Reflector von 9 Zoll Oeffnung, den ich, ohne diese zu verringern, zu Sonnenbeobachtungen vorrichten wollte, bewirkte im Focus des Spiegels eine so starke und schnelle Erhitzung, daß die dunkeln keilförmigen Gläser, deren man sich gewöhnlich bei achromatischen Fernröhren bedient, davon zersprangen. Zwei rothe Gläser gaben zwar nicht zu viel Licht, allein das Auge vermochte nicht den Reiz, der aus einer Empfindung von Wärme entsprang, zu vertragen. *) Zwei grü-

sichtbare Wärme nicht zurückwerfen, sondern verschlucken, (Scheele, Th. I, S. 124,) merkwürdiger als die, daß Metallspiegel sie nach den Gesetzen der Katoptrik reflectiren. Daß aber durch gewisse Körper nur die am mindesten brechbaren nicht-sichtbaren Strahlen durchgehn oder von ihnen zurückgeworfen werden, nicht die sichtbaren Strahlen, ist wohl nicht unbegreiflicher, als warum ein Körper gerade nur die rothen, ein anderer die gelben, ein dritter die violetten Strahlen durchgehn läßt, oder zurückwirft.

d. H.

*) Hierdurch erklärt sich eine Erfahrung sehr genügend, die wahrscheinlich den meisten, welche

ne Gläser, deren eins mit Rauch angelaufen war, gaben noch immer eine hellere Erleuchtung als die rothen; und halfen dieser beschwerlichen Hitze ab.

Es wurden nun mehrere Versuche mit verschiedenen farbigen Gläsern angestellt, mit denen man die rothen oder andere prismatische Strahlen aufging; auch über die Wirkungen einer Bedeckung mit Rauch oder Pech, und über den Effect gefärbter Flüssigkeiten, welche letztere jedoch, wenn sie so dicht waren, daß sie Licht genug auffingen, zum Gebrauche nicht rein genug blieben. Da indess diese Versuche nicht ausreichten, die wesentliche und eigenthümliche Deutlichkeit dieser Mittel gehörig zu beurtheilen; so wurden die verschiednen verdunkelnden Gläser und deren Verbindungen, im Okular-Ansatze des Teleskopes selbst versucht. Bei diesen

Sonnenbeobachtungen mit verschiednen Teleskop-
pen gemacht haben, nicht entgangen ist. Von
zwei achromatischen 24füßigen Fernröhren, durch
die, auf der hiesigen Sternwarte, Merkur bei seinem
letzten Vorübergange vor der Sonnenscheibe be-
trachtet werden sollte, gab das eine ein rothes, das
andere ein gelbes Sonnenbild. Kaum vermochte
man den Anblick des ersten ein paar Minuten zu
ertragen, ohne für den Augenblick zu erblinden,
und doch sah man die Sonnenscheibe lange nicht so
hell, als in dem andern Fernrohre, wo das Auge
ohne Anstrengung dreimahl länger das Sonnenbild
beschauen konnte. Daher entging auch der Eintritt
dem Beobachter am ersten Fernrohre. d. H.

fen telefkopischen Versuchen *) zeigten sich einige der Gläser wegen zu grosser Hitze, andere wegen Mangel an Licht und an Deutlichkeit nicht brauchbar. Nahe beim Focus des Spiegels eingesetzt, zersprangen sie, da die Wärme, die sie aufingen, sie hier zu ungleichförmig erhitze; dasselbe war der Fall mit dunkeln Gläsern, die nahe vor dem kleinen Planspiegel des Telefkops angebracht wurden, obichon der Strahlenkegel hier noch einen ziemlich beträchtlichen Querschnitt hatte. Es blieb daher nichts übrig, als die verdunkelnden Gläser hinter den Okulargläsern anzubringen; und folgendes sind die beiden besten Anordnungen, die sich auffinden liessen. **)

Ich stellte ein tief dunkelgrünes Glas hinter mein zweites Okularglas, um es gegen zu grosse Erhitzung durch beide Linsen zu schützen, die in meinen doppelten Okulareisätzen sehr nahe neben einander stehn und einerlei Brennweite haben. Da die Strahlen hier schon aus einander fahren und nicht mehr so stark als im Focus verdichtet sind, so fängt das gefärbte Glas sie mit einer beträchtlichen Fläche auf, und hält mehr Licht und Wärme zurück, im Verhältnisse des Quadrats der Durchmesser der jetzt

*) Sie sowohl, als die vorigen, werden in Herschel's erstem Aufsatze im Detail umständlich mitgetheilt. d. H.

**) No. 15 und 16 unter den letzten Herschelschen Versuchen. d. H.

wirksamen Kreisfläche, und der, in welche der Strahlenkegel auffallen würde, wenn das Glas im Focus des Spiegels stünde. Aus demselben Grunde stellte ich das zweite dunkelgrüne, mit Rauch überlaufene Glas dicht an das erste, die mit Rauch überlaufene Seite nach dem Auge gekehrt, damit der Rauch möglichst gegen die Einwirkung der Hitze geschützt würde; eine Einrichtung, die überdies den Vortheil hat, daß der Spiegel und die Okularlinsen nicht durch Einmischung fremdartiger färbender Mittel und des Rauchs in der Vollkommenheit ihrer Wirkung gehindert werden.

Es wurde darauf auch ein dunkelblaues Glas, in derselben Lage, wie zuvor das grüne, und dahinter ein bläulich grünes mit Rauch überlaufenes versucht. Die Sonne zeigte sich dadurch noch weißlicher als durch die vorigen Gläser, ohne beschwerliche Hitze; nur ein wenig Wärme war zu fühlen.

Mit diesen beiden Arten verdunkelnder Gläser, durch die sich die Sonne aufs beste und ohne Anstrengung des Auges betrachten ließ, habe ich eine lange Reihe höchst interessanter Sonnenbeobachtungen, die ich nächstens bekannt zu machen denke, angestellt, ohne daß die farbigen Gläser dabei gelitten hätten. Stand indess die Sonne beträchtlich hoch, so fand ich es für zuträglich, die Oeffnung des zehnfußigen Reflectors ein wenig zu verkleinern, oder lieber die Sonne etwas früher Morgens, oder etwas später gegen Abend, in einem niedrigeren Stande, wobei man mehr Deutlichkeit erhält,

zu beobachten. Die Atmosphäre, welche in diesen niedrigeren Sonnenständen weniger Licht hindurch läßt, fängt die Sonnenstrahlen weit gleichförmiger auf, und vermindert den Sonnenschein regelmäßiger, als es durch ein stärkeres Anlaufen der farbigen Gläser mit Rauch, zu bewerkstelligen ist. Da nur höchst wenige Fernröhre mächtiger als mein 10füßiger Reflector sind; so werden meine hier beschriebenen Vorrichtungen sich fast auf alle anwenden lassen, und ich hoffe sie allgemein zu Sonnenbeobachtungen im Gange zu sehn.

Hier noch die *beste Art, Gläser mit Rauch gleichförmig anlaufen zu lassen*. Man fasse das Glas mit den Rändern zwischen eine Feuerzange, und halte es über ein Licht, so hoch, daß sich kein Rauch daran setzt. Ist es hier gehörig durchhitzt, doch nicht stärker, als daß sich der Rand noch eben mit dem Finger berühren läßt, so bringe man es an die Seite der Flamme herab, so tief als es der Docht erlaubt, den man nicht berühren muß. Dann führe man es in der Flamme schnell hin und her, von Seite zu Seite, indem man es zugleich stets vor und zurück bewegt. Auf diese Art läßt sich das Glas mit Rauch bis auf jeden beliebigen Grad von Dunkelheit beziehn. Von Zeit zu Zeit muß man nachsehen, ob es auch schon dunkel genug ist, und ob es nicht vielleicht ungleichförmig anläuft, in welchem Falle es nicht rathsam ist, weiter fortzufahren.

Rauch von Siegelack taugt hierzu nicht; noch weniger Rauch von Pech. Wachlicht giebt einen ganz guten Rauch, doch ist der Rauch eines Talglichts vorzuziehn. Rauch von Wallrathhöhl gehört zu dem allerbesten, den ich bisher probirt habe. Eine Lampe gewährt überdies den Vortheil einer gleichförmigern Flamme, die sich beliebig vergrößern läßt.

II.

BEOBACHTUNGEN

über die Voltaische Säule und deren Wirkungen, besonders über ihre Funken,

vom

HERAUSGEBER.

1.

Die Art, wie die Voltaische Säule aufgestellt wird, hat auf ihre Wirkfamkeit einen grossen Einfluss. Sie Lage für Lage über einander zu thürmen, und ohne Halt frei stehn zu lassen, ist, selbst wenn die Scheiben alle vollkommen eben sind, nicht thuplich, da die geringste Schütterung beim Auftreten im Zimmer sie umstürzen würde. Bei geprägten Münzsorten, welche die Zinkscheiben nur in einigen Punkten berühren, schief liegen und leicht abgleiten, ist es noch schwieriger, einer Säule, die aus dreissig und mehrern Lagen besteht, den gehörigen Halt zu geben. Ich muss mich daher wundern, wie Volta, Nicholson und Cruickshank bei aller Umständlichkeit, mit der sie von der galvanischen Säule sprechen, doch anzugeben vergessen, durch welches Kunstmittel sie ihrer Säule Halt und Festigkeit gegeben haben; ein Umstand, den der einzige Haldane in dem folgenden Aufsatze berührt, des-

fen Methode aber gerade die ist, die am wenigsten Nachahmung verdient.

Herr Dr. Horkel, der seinen Voltaischen Apparat noch eher in Stand gesetzt hatte als ich, bediente sich dazu dreier dünner hölzerner Stäbe, die senkrecht in ein Brett so befestigt waren, daß die Metallscheiben, die zwischen sie gelegt wurden, sich an alle drei Stäbe lehnten. So errichteten wir im vorigen Oktober in Gemeinschaft eine Säule aus Zinkscheiben von der Gröſe ganzer Laubthaler, aus Laubthalern und aus Pappscheiben, die in Salzwasser getränkt waren. Die Säule enthielt etwa 150 Lagen, that aber lange die Wirkung nicht, die wir davon erwartet hatten. Die Schläge waren nur sehr mäßig, und die Wasserzersetzung ging ziemlich langsam vor sich. Wahrscheinlich mochte daran der Umstand mit Schuld seyn, daß in ein paar Lagen Silber und Zink verwechselt, und daß die Pappscheiben allzustark genäßt waren. Vorzüglich lag aber doch die Schuld an den hölzernen Stäben, die durchweg feucht wurden, und dadurch als Leiter dienten.

Dieses hatte ich besonders Gelegenheit in einem zweiten Versuche, den ich in demselben Gestelle mit Säulen aus 40 und 80 Lagen, mit aller Mühe anstellte, wahrzunehmen. Zum Nässen der Pappscheiben nahm ich jetzt, nach Cruickshank's Anweisung, Salmiak, in Wasser aufgelöst, der sich offenbar weit wirksamer als Kochsalz zeigte, und zwar wurden die Scheiben dieses Mal nicht allzu-

stark genäset, um das Herausfließen zu verhindern. Schon bei 20 Lagen empfand man, wenn man die Enden der Säule berührte, etwas Stechen in den Fingern; bei 40 Lagen waren die Zackungen fast durch den ganzen Finger, und bei 80 Lagen bis in die Hand hinein zu fühlen. Berührte man mit dem nassen Finger der einen Hand das obere Ende der Säule, und mit einem genäseten Finger der andern Hand das Bodenbrett des Gestelles, auf welchem die untere Scheibe der Säule auflag, 1 Zoll weit von der Säule, so empfand man einen Stich, ungeachtet das Holz anscheinend trocken war; und berührte man mit diesem Finger Metallscheiben, die auf der Bodenplatte 6 bis 10 Zoll weit von der Säule ablagen, so erhielt man einen Stich und einen kleinen Schlag: ein Beweis, daß das Holz unter diesen Umständen ein guter Leiter für den Galvanismus ist, und daß die Säule durch das Gestell ihre beste Wirksamkeit verlieren muß. Auch waren die Schläge gleich zu Anfang ziemlich heftig; wurden aber, als die Säule etwas gestanden hatte, sehr unbedeutend. Freilich waren auch die Pappscheiben, die trocken die Größe der Metallscheiben hatten, genäset, über sie herausgequollen, und lagen unmittelbar an die Holzscheiben an, wodurch diese und das Brett darunter nass werden mußten.

Dieser offenbar schädliche Einfluß der Stäbe, welche die Säule berührten, veranlaßten einen meiner Freunde, (Herrn Schimming aus Danzig.)

der diese Versuche mit mir in Gemeinschaft anstellte, und dessen ausgezeichnetes Talent für Mechanik sich mir schon häufig bewährt hatte, zu versuchen, ob sich nicht eine Säule in einer hölzernen Schraubenzwin- ge, dergleichen sich die Tischler und andere Holz- arbeiter bedienen, ganz frei aufrichten liesse. Wir schroben daher eine solche Schraubenzwin- ge grösser Art, mit ihrem obern Arme, mittelst einer klei- nern, an einen Tisch fest, so dals sie senkrecht auf ihm stand, legten ein Paar dünne Glasplatten auf das Holz, so dals sich ein Draht zwischen bei- de hineinschieben liesse, und baueten die Säule über diesen Glasplatten auf; zuerst eine aus 30, dann eine aus 45 Lagen. Auf die obere Scheibe wurde wie- der ein kleines Glasstück gelegt, das aber nur den innern Theil derselben bedeckte, und darauf die Schraube mit einiger Gewalt aufgedrückt. Waren die Scheiben nur mit Sorgfalt gelegt, so vermochte dieser Druck einer Säule von 45 Lagen, des ziem- lich erhabenen Gepräges mancher Laubthaler und der preussischen Thaler ungeachtet, Halt genug zu geben, dals man sie mit Sicherheit berühren, und alle Versuche mit ihr anstellen konnte, ohne den Umsturz zu befürchten. Viel mehr Lagen hätten aber nicht hinzukommen dürfen.*) Zugleich hat-

*) Ein noch zweckmässigeres Gestell zur Voltaischen Säule für 100 und mehrere Plattenpaare, wie wir es seitdem ausgedacht, und in verschiedenen Grössen haben ausführen lassen, findet man im Anhang zu diesem Aufsatze beschrieben.

ten wir die Vorſicht gebraucht, die Pappſcheiben kleiner als die Metallſcheiben zu machen, ſo daſſie, genäſt, nicht bis an den Rand derſelben aufquollen, weil ſonſt der Rand der Metallſcheiben unvermeidlich feucht wird und dadurch die Wirkung der Säule ſchwächt.

Der Erfolg bewährte das Vorzügliche dieſer Einrichtung auf eine ſehr auffallende Art. Nicht nur gab eine Säule von 45 Lagen Schüſſe, die bis in die Handwurzel hinaufreichten, und viel empfindlicher als von einer der vorigen Säulen waren, und die chemiſchen Zerſetzungen gingen hier mit der größten Schnelligkeit und Stärke vor ſich; ſondern ich hatte auch das Vergnügen, an dieſer Säule die Entdeckung zu machen, daſſie ſich ihr viele Stunden lang das ſchönſte Funkenſpiel von einer ganz eigenthümlichen Art entlocken ließ, das ſelbſt am hellen Tage und beim Scheine dicht daneben ſtehender Lichte, aufs beſte ſichtbar blieb, und das ſo noch niemand bemerkt zu haben ſcheint.

2.

Zwar erwähnt ſchon Niſcholson „electriſcher Funken“, die an einer Säule aus 100 Lagen, beim Entladen im Finſtern häufig ſichtbar wurden, und den Umſtehenden von einem Kniftern, manchmahl auch von einem Lichtſcheine um die Mitte der Säule begleitet zu ſeyn ſchienen,“ (*Annalen der Phyſik*, VI, 358;) und Cruickſhank erhielt aus ſeinen Säulen von 40 bis 100 Lagen, wenn bei voller

Wirkung beide Enden derselben durch einen Leiter verbunden wurden, knisternde in vollem Tageslichte sichtbare Funken, (*Annalen*, VI, 360:) allein entweder fand an ihren Säulen kein so vollkommenes und unererschöpfliches Funkenspiel statt, oder ihre Aufmerksamkeit war allzusehr auf andere Gegenstände gerichtet, da sie von den auffallenden Umständen dabei so gar nichts erwähnen. Auch sagt Herr Ritter ausdrücklich: *) „Einen Fun-

*) In Voigt's *neuem Magazine*. B. 2, S. 367. Als ich gegenwärtigen Aufsatz schrieb, war mir Herrn Ritter's interessante Beschreibung seiner Versuche mit Volta's Säule, (die der Leser im nächsten Stücke der *Annalen* von ihm selbst umgearbeitet und vervollständigt erhalten wird,) noch nicht bekannt; noch weniger, als ich meine Versuche anstellte: sonst würde ich auf sie besonders Rücksicht genommen haben. Warum ich den Namen: *Volta's Säule*, nicht mit dem: *galvanische Batterie*, dabei vertausche, davon ist der Grund, weil, wenn man die galvanische Wirkung zweier Metallplatten oder Stäbe mit der einfachen Electricität vergleicht, Volta's Säule mehr Analogie mit der *Leidner Flasche*, und erst eine Verbindung vieler Voltaischer Säulen, mit der *electricischen Batterie* hat, daher ich den Namen einer *galvanischen Batterie* lieber dieser batterieähnlichen Verbindung vieler Voltaischen Säulen vorbehalten möchte. Freilich dürfte man den Namen: *Volta's Säule*, auf den *Cruikshankschen Apparat*, (*Annalen*, VII, 99,) schwerlich übertragen; und nur in so fern es für diesen und für ähnliche Abänderungen der Voltaischen Säule an einer

ken, wie ihn die englischen Physiker bei der Schließung der Batteriekette gesehen zu haben behaupten, habe ich auch bei der grössten Aufmerksamkeit und unter den dazu günstigsten Umständen nicht erhalten können.“*) — Es wird daher nicht überflüssig seyn, wenn ich meine Beobachtungen über die Funken der Säule hier umständlich mittheile.

Die erste Säule, an der ich die Funken wahrnahm, bestand aus 30 Lagen. Das untere Ende war Silber, das obere Zink, und salzsaures Ammoniak diente zum Nassen der Pappscheiben. Als die Säule schon über eine halbe Stunde lang gestanden hatte, wurde eine Röhre mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen in Wasser mittelst zweier sehr dünner Messingdrähte in die Kette der Säule gebracht. Kaum war die Kette geschlossen, so ging die Wasserzeretzung mit einem lebhaften Knistern zwischen den Platten der Säule vor sich, (wo erst bei Schließung der Kette durch Metalldraht die Salzsäure die Metallscheiben recht kräftig anzugrei-

passenden allgemeinen Benennung fehlen sollte, würde ich gegen den Namen: *galvanische Batterie*, hierfür, nichts weiter einzuwenden haben.

*) Hrn. Ritter's Säule bestand aus 60 Lagen, die sich an 4 Glasstulen lehnten. Die Glasstulen standen oben und unten in Hauben von Blech, und die nassen Pappscheiben scheinen sie berührt zu haben; sie konnten daher schwerlich viel bessere Dienste als Holzstäbe thun, da bekanntlich die Feuchtigkeit sich sehr leicht an Glas ansetzt.

fen scheint.) Als hierbei der Messingdraht von der obern Zinkscheibe fortgehoben, und dann wieder mit ihr in Berührung gebracht, und längs des Randes derselben hin bewegt wurde, während der untere Draht mit dem Silberende der Säule in steter Berührung blieb, zeigten sich sehr kleine weiße, gelbe, blaue, grüne und rothe Fünkchen, gleich kleinen Flammen, einige Minuten lang. Als die Wasserzeretzung eine Zeit lang fortgegangen war, kamen diese Funken bei Wiederhohlungen des Versuchs nicht sogleich wieder zum Vorschein; und da bei den Bemühungen, sie wieder zu erhalten, die Säule umstürzte und wieder aufgebaut wurde, waren auch an dieser erneuerten Säule die Fünkchen, unter denselben Umständen, nur ein einziges Mal und nicht wiederholt zu erhalten.

Desto schöner zeigten sie sich an einer Säule aus 45 Lagen, die ich den nächsten Tag, auf dieselbe Art wie die vorigen, mit aller Sorgfalt und Vorsicht aufbaute. Während der ersten Versuche mit ihr über die galvanischen Empfindungen zeigte ein Eisendraht, als er mit beiden Enden der Säule in Verbindung gesetzt wurde, einige wenige schwache Funken, nachher Stunden lang keine. Eine Flasche, deren innerer Draht mit dem Zinkende, das äußere Belege mit dem Silberende der Säule verbunden wurde, gab beim Entladen anfangs wiederholt einige kleine Funken, bald keine weiter. Gerade so anfangs der an das Zinkende der Säule anliegende Draht einer Röhre voll Bittersalz - Auflösung,

die in die galvanische Kette der Säule gebracht wurde. Er gab beim Schließen der Kette zuerst einige kleine, helle, blaue und grüne Funken, die aber auch sehr bald nicht weiter zu erhalten waren. Kaum war diese Kette geschlossen, so ging die Zersetzung der Bittersalz-Auflösung mit größter Schnelligkeit unter einem heftigen Knistern der Säule vor sich, wobei sich um die Säule ein starker Ammoniak-Geruch verbreitete. Noch wurde concentrirte Schwefelsäure in die Kette gebracht, und als die Säule $1\frac{1}{2}$ Stunden lang aufs beste gewirkt hatte, die Kette aufgehoben. Kaum konnte man nun aus der Säule eine merkbare galvanische Empfindung, noch weniger Funken erhalten; als sie aber etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang unwirksam gestanden hatte, war die Periode des schönsten Funkenspiels eingetreten.

So oft nun das Silberende der Säule mit dem Zinkende durch einen, oder durch mehrere nicht allzudicke Drähte in leitende Verbindung gesetzt wurde, erfolgte bei jeder wiederholten Berührung des Drahts und der obern Zinkplatte ein lebhafter Funken, der, ungeachtet eines dicht daneben stehenden Lichtes, doch sehr sichtbar war, und im Dunkeln ein vorzüglich angenehmes Schauspiel gab. Diese Funken-Periode dauerte fast ungeschwächt zwei Stunden lang fort, und noch nach 12 Stunden, als die Pappscheiben ganz ausgetrocknet waren, ließen sich der Säule ein paar einzelne Funken entlocken. Folgendes sind die hauptsächlichsten Bemerkungen.

kungen, die ich während jener zwei Stunden zu machen Gelegenheit hatte.

Die Funken haben ein ganz anderes Aussehn als die electrischen. Es sind keine schlagende und überspringende, sondern ringsumher sprühende Funken. Sie haben nichts weniger als das Ansehn einer leuchtenden Materie, die aus der obern Platte ausführe und die Luft durchbräche, um längs des verbindenden Drahtes nach dem andern Ende der Säule hin zu strömen und dort sich wieder in Gleichgewicht zu setzen. Vielmehr scheinen sie sich vom verbindenden Drahte ab zu bewegen, und von der Stelle, wo Draht und Platte sich beim Schließen der Kette berühren, ringsumher, kreisförmig zu sprühen, so daß die, welche die meiste Intensität haben, einer leuchtenden Rose, oder einer Sonne, oder einem kleinen Feuerrade gleichen, welches bis auf $\frac{1}{2}$ oder $\frac{2}{3}$ Zoll Durchmesser hält; andere auffahrenden Feuerbüscheln. Ihre Farbe ist dunkelgelb, und die ganze Erscheinung weit mehr dem Funken, welchen der Feuerstein dem Stahle entlockt, oder einem sprühenden Feuerrade bei Feuerwerken, als dem electrischen Funken ähnlich. Auch erfolgte sehr häufig, wenn die Kette bloß mit einer langsamen Bewegung geschlossen, und der Rand der obern Platte nur sanft mit dem Drahte berührt wurde, kein Funken; dann war es nur nöthig, an derselben Stelle mit dem Drahte, (besonders von der Seite her,) etwas stark gegen zu schlagen, um sogleich einen lebhaften Funken zu erhalten. Diese Erchei-

nung war so beständig, daß mein Freund und ich schon die Regel festsetzten, die Funken müßten der galvanischen Säule stets durch Reibung oder Druck entlockt werden; doch bedarf eine solche Behauptung erst oft wiederholter Versuche. Indess schien in keinem Falle eine Wirkung in die Ferne, oder eine gewisse Schlagweite, bei diesen Funken statt zu finden, sondern Berührung, (vermuthlich mit Reibung oder Druck verbunden,) die Bedingung zu seyn, unter der sie allein sich zeigten. Häufig kam es uns vor, als wären die lebhaftesten rosenähnlichen Funken mit einem äußerst schwachen schmetternden Tone verbunden; doch liefs es sich nicht mit Sicherheit ausmachen, ob dies ein vom Zusammenschlagen des Drahts und der Platte verschiedner Ton sey. Einen Lichtschein um die Mitte der Säule beim Schliessen der Kette, den Nieholson bemerkt haben will, *Annalen*, VI, 358, konnten wir nie wahrnehmen. Eben so wenig einen Funken beim Oeffnen der Kette, indess doch die galvanischen Empfindungen auch in diesem Falle eintreten.

Wurde der Draht, der an das Silberende anlag, mit einer Silberplatte der Säule in Verbindung gesetzt, so erhielt man keinen Funken. Unter 50 Versuchen schien nur ein einziges Mal hierbei ein schwaches Leuchten aus einer Silberplatte hervorzugehen, und doch konnte auch dieses von der benachbarten Zinkplatte herrühren. Dagegen gab jener Draht, wenn er mit einer der obern Zinkplatten der Säule

durch einen andern nicht allzudicken Draht in Verbindung gesetzt wurde, die schönsten Funkenbüschel und Funkensonnen, und es liessen sich auf diese Art aus allen Zinkscheiben, bis über die Hälfte der Säule hinunter Funken entlocken, nur dafs sie bei den tiefern Platten immer kleiner und schwächer wurden. In einer Säule, die ich späterhin in umgekehrter Lage gebauet hatte, gab indess die obere Silberplatte, wenn mit ihr der Draht, der an die unterste Zinkplatte anlag, in Berührung gesetzt wurde, eben so schöne und grofse Funken, als in der vorigen Säule die Zinkplatten.

Sonderbar war der Umstand, dafs, wenn der etwa $\frac{1}{3}$ Linie dicke Messing- oder Eisendraht, der in der ersten Säule an die untere Silberplatte anlag, mittelst einer etwa 1 Linie dicken Zinn-, Wismuth- oder Messing- oder einer $1\frac{1}{2}$ Linien dicken Stahlstange mit der obersten Zinkplatte in leitende Verbindung gebracht wurde, diese schlechterdings keinen Funken, nur einmahl einen schwachen Schein von sich gab; statt dafs in umgekehrter Ordnung, wenn diese dickern Stangen die unterste Platte berührten, und der dünnere Eisen- oder Messingdraht mit ihnen und der obersten Platte in Berührung gesetzt wurden, die Funkenbüschel und Funkensonnen wie zuvor erschienen. Wurde eine Glasröhre mit in die verbindende Kette gebracht, so erfolgte kein Funken. Sehr dünne Drähte, z. B. Klaviersaiten und gleich dünner Platindraht, gaben keine Funkenbüschel, sondern nur sehr kleine schwache flammen-

flammenähnliche Fünkchen. — Davy's Bemerkung, daß sich der Säule auch durch Holzkohlen Funken entlocken lassen, und zwar vorzüglich lebhaft, wenn die Holzkohle glüht, (*Annal.* 1801, VII, 127.) war mir damahls nicht bekannt, sonst würde ich den Versuch wiederholt haben.

Als ich während der Funkenperiode der Säule, den innern Draht einer Leidener Flasche mit der obern Zinkscheibe, und das äußere Belege derselben mit dem Silberende der Säule durch dünne Drähte in leitende Verbindung brachte, sie so einige Zeit stehn ließ, und dann beidte Belege berührte, war auch nicht das mindeste von einem Stiche oder einem electrischen Schläge zu empfinden, die Finger mochten naß oder trocken seyn. Ich verband ich dagegen das äußere Belege, oder besser den an das äußere Belege anliegenden Draht, mittelst einer dünnen Metall-Leitung, mit dem innern Drahte der Flasche; so erhielt ich einen kleinen Funken, und zwar hielten sich, durch Daranschlagen, diesem Drahte hinter einander vier und mehrere Funken, denen ganz ähnlich, entlocken, welche die obere Zinkplatte gab, nur daß sie weit schwächer waren. Das Funkengeben der obern Zinkplatte wurde durch diese Verbindung mit der Flasche nicht im mindesten geschwächt. Offenbar wirkte also hierbei die Leidener Flasche, als solche, gar nichts; sondern nur der innere Draht derselben, als eine Metallfortsetzung der obersten Zinkplatte. Ich muß gestehn, daß mir seitdem der Versuch Cruickshanks, wel-

sich zwar das Knistern zwischen den Metallscheiben; durch Schließung und Oeffnung einer zweiten Metallkette war aber weder so, noch eine Minute darauf, nachdem der erste Draht fortgenommen worden, ein Funken der Säule zu entlocken, so dafs es schien, als bedürfe diese etwa 1 Minute Zeit, um sich wieder mit Funken zu laden. *)

Als diese Säule nach etwa 18 Stunden aus einander genommen wurde, waren die Pappscheiben vollkommen ausgetrocknet, und cohärirten so stark mit dem Metallscheiben, besonders mit den Zinkscheiben, dafs diese sich nur aus einander brechen, und die Pappscheiben selten ganz von den Zinkscheiben trennen liefsen. Um die Pappscheiben hatte sich auf den Zinkstücken stellenweise ein weisses Salz ange-

*) Gerade das ist auch mit den galvanischen Empfindungen der Fall. Verbindet man zur Zeit, da die Säule in Absicht dieser am wirksamsten ist, beide Enden derselben durch einen Draht; so ist nicht nur während der Zeit, da diese Kette geschlossen ist, sondern auch noch einige Zeit darauf, nachdem der Draht fortgenommen worden, keine galvanische Empfindung aus der Säule zu erhalten, gerade so, als müßte sie sich dann erst allmählig wieder mit Galvanismus laden. Auch ist wohl das heftige Knistern der Säule während der Verbindung ihrer Enden durch einen Draht, (das wahrscheinlich von Gasblasen herrührt, die sich dann zahlreicher zwischen den Metallscheiben entwickeln,) ein Zeichen einer während dessen sehr erhöhten Wirksamkeit, auf die natürlich eine Art von Erschöpfung folgt.

setzt, und in der Fläche der Berührung waren beide stark geschwärzt; hin und wieder sah man den salzsauren Zink auf den Zinkplatten in feinen Nadeln krySTALLISIRT. Am besten liefs sich dieses Oxyd fortzuschaffen und der Zink reinigen, wenn man es sorgfältig mit einem Messer abkratzte, dann die Scheibe in stark diluirter Salzsäure einige Minuten lang liegen liefs, und sie zuletzt mit Sand und einem wollenen Lappen abrieb. Als dies geschehn war, zeigte sich der Zink, so weit er mit den Pappscheiben in Berührung gewesen war, sehr stark corrodirt, und voll kleiner Gruben, eine bei der andern. Auch die Thaler waren stark geschwärzt, und einige stellenweise mit einer Art von braunschweiger Grün belegt.

Eine Säule aus 30 Lagen Zink und Silber, die ich einige Zeit darauf, auf dieselbe Art aufrichtete, gab bald nach ihrem Aufstellen beim Schliessen einer Drahtkette helle büschel- und rosenförmige Funken; doch nur wenige; und nachher war schlechterdings kein Funken weiter aus ihr zu erhalten, so dals bei ihr kein Zustand, dem ähnlich, eintrat, den ich der Kürze halber die Funkenperiode der vorigen Säule nennen zu dürfen glaubte.

3.

Haldane giebt in den folgenden Aufsätzen die Verbindungen von *Eisen* und *Zink* zur Voltaischen Säule als recht wirksam an. Sicher würde es für alle, die sich mit galvanischen Versuchen beschäfti-

gen, sehr schätzbar seyn, ein unedles Metall zu wissen, das sich, unbeschadet der Wirkbarkeit der Säule, an die Stelle des Silbers setzen ließe, da dieses nicht nur in der Säule etwas angegriffen und entstellt wird, und geprägte Silberscheiben nicht recht fest liegen, sondern auch eine Cruickshanksche galvanische Maschine, (*Annal.*, 1801, VII, 99.) besonders dazu gefertigte Silberplatten erfordert, die bei einiger GröÙe der Maschine gar sehr ins Geld laufen. *) Ich lieÙ mir daher aus Eisenblech 30 Platten von etwa $\frac{1}{3}$ Quadratzoll Fläche schneiden, und erbaute aus ihnen, aus Zinkscheiben und mit liquidem Salmiak genäÙsten Pappstücken eine Säule. Diese gab gleich zu Anfang, beim Schließen der Kette durch den Körper, ziemlich merkliche Stiche, so stark als eine Wismuthsäule aus gleich viel Lagen; sehr bald aber war sie für die Empfindung gänzlich unwirksam, welches mich abhielt, Wasserzeretzungen mittelst ihrer zu versuchen. Als sie aus einander genommen wurde, waren die Zinkflächen, welche die genäÙste Pappe berührt hatte,

*) Ich war Willens, Zinkplatten mit starkem Blattgolde zu vergolden, und aus ihnen eine, nach der in den *Ann.*, 1801, VII, 101, a., angegebenen Idee verbesserte Cruickshanksche Maschine zu errichten. Da aber der Galvanismus selbst das Gold zu corrodiren scheint, so hielt mich die Furcht, nach einem Gebrauche von wenigen Tagen die Scheiben entgoldet zu sehn, bis jetzt davon ab, diese Idee auszuführen.

zwar geschwärzt, doch hatte das Oxyd darauf fast gar keine Dicke; die Eisenplatten waren mit wenig braunem Eisen-Oxyd bedeckt. Vielleicht war es nur der schlechten Beschaffenheit des Eisenblechs, (dessen Oberfläche, ungeachtet des Befeilens, voll großer berosteter Vertiefungen blieb, die bei den meisten einen größern Raum als die glatte Eisenfläche einnahmen,) zuzuschreiben, daß keine stärkern und anhaltendern Wirkungen erfolgten. Es wäre daher wohl der Mühe werth, Säulen aus besser gestalteten völlig glatten und polirten Eisenscheiben zu versuchen.

Gleich nachdem mir Volta's Säule bekannt geworden war, hoffte ich in ihr *Wismuth* mit Erfolg dem Silber substituiren zu können, und ließ zu dem Ende Wismuthscheiben und Zinkscheiben in der GröÙe von ganzen Laubthalern gießen. Bei den galvanischen Froschversuchen, wo die Metallverbindungen desto wirkfamer sind, je weiter beide Metalle in der Reihe der Verwandtschaft zum Sauerstoffe von einander abstehn, zeigt sich *Wismuth*, das dem Silber in dieser Reihe mit zunächst liegt, fast eben so wirksam als Silber, und dies schien zu dem Schlusse zu berechtigen, dasselbe werde in Volta's Säule statt finden. — Ich errichtete in einer großen Schraubenzwinde eine freistehende, durch Glas isolirte Säule aus 50 Lagen Zink, Pappscheiben in flüssigem Salmiak getränkt, und *Wismuth*; zugleich in einer andern Schraubenzwinde eine Säule aus 50 Lagen Zink, ähnlicher Pappe und Silber.

Die galvanischen Empfindungen schienen meinem Freunde und mir an der Wismuthsäule stärker als an dieser Silber säule zu seyn, und die Schläge gingen durch den ganzen Finger bis in die Hand; auch erhielten wir gleich anfangs aus ihr einige Funken, wiewohl nicht so große und sprühende als aus der Silber säule. Allein in chemischen Zersetzungen blieb sie so gar weit hinter der Wirksamkeit dieser letztern zurück, daß sie sich in der That nicht empfehlen läßt, da Silber säulen von weniger als halb so viel Lagen schon mehr zu leisten scheinen. Bei Wasserzersetzen entwickelte sich nur längs des Drahts der Wismuthseite Gas, indess der oxydirbare Draht der Zinkseite anlief. Gleich anfangs war die Gasentbindung nicht unbeträchtlich, nahm aber in kurzem immer mehr ab, und hörte endlich ganz auf, so daß das Vermögen der Säule in $\frac{1}{4}$ Stunde hierbei fast ganz erschöpft zu seyn schien.

Die Pappscheiben beider Säulen schienen ziemlich ausgetrocknet zu seyn; wir nützten diesen Umstand, zu versuchen, ob nicht das Nässen derselben mit stark verdünnter Salzsäure die Wirksamkeit der Säulen erhöhen möchte. In der That wurden dadurch das Knistern zwischen den Scheiben, die Intensität der Schläge, und die Fülle und Schnelligkeit der chemischen Zersetzungen unverkennbar erhöht; dafür aber auch die Wirksamkeit der Säulen in sehr viel kürzerer Zeit erschöpft, und in der Silber säule die Zink- und Silberscheiben so stark geschwärzt und angegriffen, daß es nicht wenig Mü-

he machte, sie wieder zu reinigen, und dafs ich den Versuch mit denselben Thalerstücken nicht oft wiederholen möchte. Selbst dann zeigte sich aber auf den Wismuthscheiben fast kein Oxyd. Sie behielten auf der Oberfläche ihr völliges metallisches Ansehn, nur dafs sie mitunter eine etwas dunklere oder Regenbogenfarben angenommen hatten, und die Zinkscheiben waren mit weit weniger Oxyd als in der Silberfäule belegt.

4.

Als in jeder der beiden mit Salzsäure genästen Säulen eine Glasröhre voll liquider *schwefelsaurer Tatterde* in die galvanische Kette mittelst Eisendrähte gebracht wurde, gab in der Wismuthsäule der Draht der *Wismuthseite* den Gasstrom, der jedoch in kurzer Zeit bald ganz aufhörte. Bei der Silberfäule stieg dagegen der Gasstrom vom Drahte der *Zinkseite*, (kein Bläschen von der Silberseite,) auf, und zwar in einer ganz ausnehmenden Stärke und Schnelligkeit, so dafs sich in derselben Zeit wohl vierzig bis hundert Mahl mehr Gas hier als in der Wismuthsäule entwickelte, und in weniger als 10 Minuten Zeit, sich in einer Röhre von etwa 4 Linien Durchmesser, eine 2 Linien hohe Luftfäule angesammelt hatte. — Fast eine gleich starke Gasentbindung hatte unter denselben Umständen in der Silberfäule von 45 Lagen, deren Pappscheiben mit flüssigem Salmiak genäst waren, statt gefunden. Der Messingdraht der Zinkseite stiefs hier Gas mit

der größten Geschwindigkeit aus, und belegte sich dabei mit einem weissen Stoffe, der sich blätterweise ablöste; und, wie sich aus seinem Verhalten zu Säuren zeigte, Talkerde war; am Messingdrahte der Silberseite zeigten sich damahls indess einige große Luftblasen, die sich aber nicht vom Drahte ablösten. Als der obere Korktöpfel dieser Röhre vor einem Lichte geöffnet wurde, verpuffte die aus ihr entweichende Luft; dies geschah indess bei der ersten Röhre nicht; vielleicht, daß sie mit weniger Voricht am Lichte geöffnet wurde. Auf eine ordentliche Prüfung des Gas hatten wir uns nicht eingerichtet.

Der Erfolg dieses Versuchs überraschte mich auf eine doppelte Art. Einmahl dadurch, daß in der Silberfäule nicht der Draht des Silberendes, sondern der des Zinkendes das Gas austiefs, statt daß sonst in der Regel das Silberende das Wasserstoffgas entwickelt, und der Draht des Zinkendes sich oxydirt oder Sauerstoffgas hergiebt, so daß Haldane in den folgenden Aufsätzen das Silberende für den gasgebenden, das Zinkende für den oxydirten Pol der Säule erklärt. Indess hat schon Cruickshank dasselbe bei liquider salzsaurer Kalkerde bemerkt, bei deren Zersetzung gleichfalls der Gasstrom vom Drahte der Zinkseite aufstieg, (*Ann.*, 1801, VII, 94;) bei salpetersaurer Talkerde wurde dagegen die Zersetzung am Drahte der Silberseite bewirkt, (S. 95,) statt daß sie in obigem Versuche am Drahte des Zinkendes erfolgte. Nur aus diesem strömte Gas, und

nur er inkrustirte sich mit Talkerde, die nur von ihm in Schuppengestalt sich ablöste. — Noch mehr fiel mir die Verschiedenheit zwischen den Resultaten der Wismuth- und der Silber säule auf, aus welcher folgt, daß der Zink in der Säule keinesweges einerlei Verhalten, das nur den Graden nach verschieden wäre, zu den übrigen Metallen hat, wie man das nach den Resultaten, die Haldane im Folgenden aus seinen Versuchen zieht, vermuthen sollte. — Endlich bestätigte sich hierbei die schon von Davy gemachte Bemerkung, daß einige liquide Mittel- und Neutral-Salze weit schneller und unter einer viel stärkern Gasentbindung als das Wasser zersetzt werden.

Auch bei Zersetzung einer Auflösung von grünem Eisenvitriol in Wasser, mittelst der Silber säule, stieß sogleich der Messingdraht der Zinkseite Gas aus, indess an den Messingdraht der Silberseite sich bloß einzelne große Luftblasen, ohne von ihm aufzusteigen, anlegten. Bei liquidem Salmiak stieß in der Wismuthsäule der Eisendraht des Wismuthendes den Gasstrom, (anfangs schnell, dann aber immer schwächer und schwächer,) aus, und der Eisendraht des Zinkendes lief an. Aus sehr concentrirter hellbräunlicher Schwefelsäure gab in der Silber säule der Eisendraht des Silberendes einen beständigen, jedoch nur ausnehmend schwachen und langsamen Gasstrom, indess sich um den Eisendraht des Zinkendes, der kein Gas ausstieß, ein höchst feiner Dunst, (wahrscheinlich Schwefel,) lagerte, der

sich in langen feinen Fäden vereinigte, und so endlich zu Boden sank.

5.

Zum Beschlusse noch ein paar Bemerkungen über die *galvanischen Empfindungen*, zu denen man gelangt, wenn Theile des Körpers in die Kette der Säule gebracht werden.

Bei allen Säulen, mit welchen ich Versuche angestellt habe, waren diese Empfindungen gleich zu Anfang, [nach dem Baue der Säule, am lebhaftesten, und nahmen immer mehr an Intensität ab, je länger die Säule stand, besonders wenn die Enden der Säule eine Zeit lang durch Drähte verbunden wurden, während welcher Verbindung sie ganz aufhörten. Sie wechselten in einem kurzen Zeitraume häufig gar auffallend in Stärke und Schwäche, auf eine Art, die ich mir nicht zu erklären weis. Baueten wir die Säule auch nur so um, daß wir Theile derselben von oben nach unten u. s. f. brachten, so stellten sich die erlöschenden galvanischen Empfindungen auf eine kurze Zeit wieder ein; noch stärker, wenn wir die Pappscheiben, die auszutrocknen angingen, wieder anfeuchteten.

Wurden die Enden der Säule mit trocknen Fingern berührt, so erfolgte keine Empfindung. Bei einer Netzung derselben mit liquidem Salmiak schien uns der Schlag stärker, als bei bloßem Wasser. Daß eine Auflösung von Eisenvitriol in Wasser dabei noch kräftiger gewirkt hätte, (*Annal.*, 1801, VII, 114.)

konnten wir nicht wahrnehmen. Wohl aber schienen uns die galvanischen Empfindungen beträchtlich lebhafter zu seyn, wenn wir die Enden der Säule nicht unmittelbar, sondern mittelst Metallstäbe aus Eisen, Zinn, Wismuth etc. berührten, ohne daß wir doch zwischen diesen Metallstäben einen merklichen Unterschied bemerken konnten. Ob die Empfindungen am Silber- und am Zinkende verschieden, und an welchem Ende der Säule sie stärker sind; darüber konnten wir uns nicht vereinigen.

Keine von allen Säulen, die ich bis jetzt beobachtet habe, gab Schläge, die bis über die Handwurzel hinaus gereicht hätten; die meisten nur Schläge, die sich durch den Finger durchzogen, und mehr oder weniger voll und zuckend schienen. Der Schlag beim Schließen der Kette schien mir bald Aehnlichkeit mit dem electrischen Erschütterungsschlage, bald mit dem stechenden Funken zu haben, den man erhält, wenn man das innere Belege einer geladenen Flasche allein berührt. Ziemlich davon verschieden war die kitzelnde oder kribbelnde Empfindung, die im Finger, (besonders in dem an der Silberseite,) entstand, wenn man die Enden der Säule mit Metalldrähten berührt hatte, und nun den Körper in dieser geschlossnen Kette liefs; eine Empfindung, die auf die Länge peinlich wurde und an der Zinkseite der Säule mir mehr stechend als kitzelnd zu seyn schien. Einmahl schien mir dieses Stechen an der Zinkseite, ein ander Mahl die kitzelnde Empfindung an der Silberseite die vorwal-

tende zu seyn, so daß sie sich wechselseitig fast unterdrückten. Sollte sich diese fortwährende Empfindung bei geschlossener Kette als ein Beweis mehr vom Unterschiede zwischen Galvanismus und Electricität aufführen lassen?

War die Empfindung auch sonst nur ein leichtes Ziehn oder Zucken im Finger, so wurde sie an einer verwundeten Stelle, oder an einem sogenannten Nietnagel, zu einem sehr empfindlichen Stechen. Nicht wenig wurde ich überrascht, da ich an einer Säule, deren Schläge bis in die Handwurzel reichten, die Kette durch Drähte schloß, die ich so hielt, daß ein Finger mit einem Nietnagel ganz außerhalb des galvanischen Stroms lag, doch an der wunden Stelle dieses Fingers, so lange die Kette geschlossen blieb, einen völlig so lebhaften Schmerz zu fühlen, als wäre die wunde Stelle mit in der Kette gewesen; ein Schmerz, der selbst noch eine Zeit lang nach Aufhebung der Kette fortwährte.

Nach Herrn von Humboldt's Beobachtungen, sind die Wirkungen des Galvanismus auf den menschlichen Körper, so weit sie vor Volta's Säule bekannt waren, im rheumatischen Zustande beträchtlich viel schwächer als im gefunden. Versuche, die ich zu einer Zeit, als ich eine geschwollene, rheumatische Backe hatte, mit einer Voltaischen Säule, deren Schläge durch den halben Finger gingen, anstellte, scheinen bei dieser Säule das Gegentheil zu beweisen. Wurde die rheumatische Backe mittelst einer Metallstange in die galvanische Kette

gebracht, so war an der Stelle, wo Stab und Backe sich berührten, ein fortdauerndes empfindliches Stechen, völlig dem Stechen einer wunden Stelle ähnlich, und in der dahinter liegenden Stelle des Mundes äußerte sich der bekannte fulzerische Geschmack, indess ich beides unter gleichen Umständen an der gesunden Backe gar nicht, oder doch weit schwächer fühlte.

Die *Lichtblitze*, die sich zeigen, wenn man die Zunge oder andere Theile unweit des Auges in die galvanische Kette bringt, konnte ich nur beim Schließen und Oeffnen der Kette, und zwar nur bei offnen, nicht bei zugedrückten Augen wahrnehmen. Andere glaubten sie dann zwar zu bemerken, aber weit schwächer. Sie haben die größte Aehnlichkeit mit der Empfindung, welche ein hellbrennendes, stark flackerndes, seitwärts stehendes Licht im Auge hervorbringt, und schienen mir völlig das dunkelgelbe Ansehn manches Kerzenlichts zu haben. Während die Kette geschlossen blieb, konnte ich mich keines Lichtzustandes im Auge bewußt werden.

Ein Goldblatt-Electrometer durch Einwirkung der Säule zur Divergenz zu bringen, ist mir bis jetzt nicht geglückt.

ANHANG.

Beschreibung eines vortheilhaften Gestelles für Voltaische Säulen.

Folgende Einrichtung eines Gestelles für Voltaische Säulen von einer beliebigen Menge von Lagen, wie ich es kürzlich habe ausführen lassen, scheint mir so zweckmäfsig und zu Versuchen mit der Säule so bequem zu seyn, daß ich es einer umständlichen Beschreibung, wie es Taf. III, Fig. 2, abgebildet ist, für werth halte.

Auf das runde, mit drei Stellschrauben als Füßen versehene, lackirte Bodenbrett *AB*, sind in der Mitte drei dünne, 1/2 Zoll lange Glasstäbe, *C*, so aufgekittet, daß sich die unterste Metallscheibe der Voltaischen Säule horizontal und fest darauf legen läßt. Je nachdem man die Säule aus größern oder kleinern Scheiben, aus ganzen oder halben Laubthalern, zu construiren denkt, sind diese Glasstäbe weiter oder näher bei einander zu setzen, doch immer so, daß sie in den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks stehen. Am zweckmäfsigsten wäre es wohl, sich Zink- und Silberscheiben, die mit einem oder mehrern Haken versehen sind, zu Endplatten der Säule, etwas größer als ganze Laubthaler, gießen zu lassen, und ihrer sich ein für allemal als solcher zu bedienen. Säulen aus größern Scheiben möchten nicht leicht vorkommen, und Säulen aus kleinern Scheiben lassen sich über diesen Bodenplatten, so gut wie größere, aufbauen. Die Glas-

stäbe dienen, die Säule völlig zu isoliren, und unter der Bodenplatte freien Raum zu verschaffen, um nach Willkühr die untere Fläche derselben berühren zu können.

Auch an das auf und nieder bewegliche dreiseitige Brett *G* sind in der Mitte der nach unten gekehrten Fläche, senkrecht über den Glasstäben des Bodenbretts, drei 1 bis 2 Zoll hohe Glasstäbe *H*, ganz auf dieselbe Art wie erstere, aufgekittet. Sie sind bestimmt, auf die oberste Metallscheibe der Säule aufzudrücken, und die Säule auch von hier so zu isoliren, dass die oberste Fläche der Endscheibe sich frei berühren lässt. — Vielleicht wäre es nicht unvortheilhaft, über die oberste, und unter der untersten Scheibe der Säule einen Streifen Eisenblech zu legen, der über die Scheiben nach zwei Richtungen hervorragt, ohne sie doch nach andern Richtungen ganz zu bedecken. Die Zwischenwirkung des Eisens scheint wenigstens die galvanischen Empfindungen zu erhöhen, und überdies wären an diese hervorstehenden Streifen die Drähte, um galvanische Ketten zu schließen, vielleicht bequemer zu befestigen.

In gleicher Entfernung, (von 8 oder mehreren Zollen, je nachdem man das Gestell für höhere Säulen bestimmt,) vom Mittelpunkte des Bodenbretts, und ebenfalls in gleichem Abstände unter einander selbst, stehn drei senkrechte, hölzerne lackirte Pfeiler *Dd*, *Ee*, *Ff*, denen man am füglichsten eine cylindrische Gestalt giebt, und deren Höhe und

Dicke

Dicke nach der Höhe der Voltaischen Säulen, deren man sich zu bedienen denkt, zu bestimmen ist. Zu Säulen bis auf 150 Lagen, aus Scheiben von der Grösse ganzer Laubthaler, müßten sie etwa 3 Fufs Höhe und 1 Zoll Durchmesser erhalten. Sich mit verschiedenartigen Pfeilern zu versehen, würde zweckmäfsig seyn. An beide Enden jedes dieser Pfeiler sind Schrauben gedreht, und in das Bodenbrett dazu passende Schraubenmütter *D*, *E*, *F* eingesehnitten, in welche die Pfeiler sich fest und senkrecht einschrauben lassen.

Das starke lackirte Brett *IKL*, welches dem Gestelle zur Decke dient, hat die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks, dessen Seiten etwa 2 Zoll grösser, als der Abstand der Pfeiler von einander sind, so dafs sich unweit der Ecken die runden Löffel *I*, *K*, *L* so einschneiden lassen, dafs bei gehöriger Lage des Bretts die obern Schrauben der Pfeiler gerade auf sie passen. Giebt man daher diesen Löchern einen Durchmesser, der etwas kleiner als der der Pfeiler, doch grösser als der ihrer Endschrauben ist, so läßt das oberste Brett sich so aufchieben, dafs es auf den Pfeilern aufliegt, indess die Schrauben durch die Löcher darüber hervorragen, und dafs es sich mittelst der als Knöpfe oder Vasen gestalteten Mutterschrauben stark auf die Pfeiler andrücken, und dadurch dem ganzen Gestelle die nöthige Festigkeit geben läßt.

Die starke Schraube *NO*, welche in der in das obere Brett eingesehnittenen Mutterschraube *M*

senkrecht herauf- und herabläuft, so daß ihre Achse genau in die Achse der zu errichtenden Voltaischen Säule fällt, ist bestimmt, auf die Scheiben dieser Säule einen senkrechten Druck anzubringen, und ihr dadurch den nöthigen Halt zu geben. Um sie in der gehörigen Lage zu erhalten, dient das bewegliche Brett *G*, welches auch besonders bei *PQR* abgebildet ist. Es hat die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks, etwas größer als das Dreieck *DEF*, und die Ecken desselben sind bogenförmig ausgeschnitten, so daß es mit diesen Ausschnitten genau an die senkrechten Pfeiler paßt, und mittelst ihrer, gleich Falzen, sich in horizontaler Lage längs der Pfeiler herauf- und herabbewegen läßt, ohne nach den Seiten abzuweichen. Die Druckschraube *NO* ist darauf, nach Art der gewöhnlichen Pressschrauben befestigt, (wie man bei *S* wahrnimmt,) so daß, wenn jene zurückgeschoben wird, auch dieses Brett mit in die Höhe geht, welches die große Bequemlichkeit gewährt, daß man es beim Aufbauen der Säule nicht zu halten braucht.

Da indess die Voltaische Säule bei einer beträchtlichen Höhe durch einen Druck längs ihrer Achse nicht Festigkeit genug erhält, sondern die Metallscheiben sich leicht über einander verschieben und seitwärts ausweichen, da dann die Säule sich einbiegt und zusammenstürzt; so war es nöthig, ihr hin und wieder durch einen Seitendruck zu Hülfe zu kommen. Zu dem Ende sind in der Höhe jeder

20sten bis 30sten Lage, Schraubenlöcher durch die Pfeiler *Dd*, *Ee*, *Ff*, senkrecht auf ihre Achse, und in jeden genau in einerlei Ebene eingeschnitten, in welche die kleinen $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Schrauben *a*, *a*, *a* - - - passen. Die Schraubenlöcher müssen genau so liegen, daß je drei zusammengehörige Schrauben *a*, *a*, *a* der verschiedenen Pfeiler, auf dieselbe Metallscheibe, in der Richtung eines Halbmessers treffen, und um die Mitte der Säule können sie in jedem Pfeiler einander etwas näher als an den Enden, dort etwa alle 20, hier alle 30 Lagen angebracht werden. Um die Säule so viel als möglich isolirt zu erhalten, endigen sich diese Schrauben in kleine Siegellackknöpfchen *b*, mit denen sie unmittelbar an die Metallscheibe andrücken. Mitteltst ihrer wird jede 20ste oder 30ste Platte, durch horizontalen Druck von 3 Seiten unter Winkeln von 120° , über der untersten Scheibe der Voltaischen Säule genau senkrecht erhalten, so daß sie nirgends hinweichen kann, und daher der Druck von oben nur immer Stücke von 20 bis 30 Lagen zu sichern braucht, welches sich selbst bei Münzsorten mit ziemlich erhabenem Gepräge sehr gut erreichen läßt. — Beim Aufbauen der Säule möchte es am zweckmäßigsten seyn, an die untern Scheiben, die mit den übrigen der Säule einen gleichen Durchmesser haben, zwei Lineale senkrecht zu legen, und die Schrauben *a* zweier Pfeiler gegen diese so zu stellen, daß sich das eine Lineal gegen die Schrauben des einen, das andere gegen die Schrauben des andern

lehnt. Gegen diese Lineale können sich die Scheiben der Säule während des Aufbaus stützen. Man nimmt sodann eins nach dem andern mit Vorſicht weg, und ſtellt je drei zuſammengehörige Schrauben gehörig.

Eine noch einfachere Methode, das Seitwärtsbiegen der Säule und das Zuſammenſtürzen derſelben zu vermeiden, möchte folgende ſeyn. Man laſſe ſich Zinkſcheiben gieſen, aus deren Rand drei Haken oder Oehre, jeder um 120 Grad von dem andern entfernt, hervorgehn, befeſtige in dieſe Oehre oder Haken ſeidne Schnüre, und bringe in jeder zwanzigſten Lage der Säule eine ſolche Zinkplatte an. Sind dann die Pfeiler in der Höhe jeder zwanzigſten Lage gehörig durchbohrt, ſo daſs ſich die drei ſeidnen Schnüre jeder Platte durch die ihnen entſprechenden drei Löcher der Pfeiler ziehn, und mittelſt kleiner in den Pfeilern angebrachter Wirbel, wie die Saiten auf der Violine, ſtark anziehen laſſen; ſo wird jede dieſer Platten durch den dreifachen Zug ſenkrecht über der Bodenplatte der Säule erhalten, ſo daſs hier die Säule ſich nicht einbiegen kann. Bei dem längs der Achſe angebrachten Drucke geben dieſe Schnüre etwas nach, und werden noch ſtärker geſpannt. Auch läſst ſich bei dieſer Einrichtung die Säule leichter und mit mehr Sicherheit aufbauen.

Mit Hülfe eines vierten Pfeilers, einer nochmaligen Durchbohrung der zwei dieſem zunächſt ſtehenden Pfeiler, und eines anders geſtalteten Deckbret-

tes mit zwei senkrechten Schrauben, ließe sich ganz auf dieselbe Art, über demselben Gestelle, noch eine zweite Voltaische Säule neben der ersten, und so mehrere errichten, die durch Metallverbindungen zwischen zwei übereinstimmenden Enden, sich leicht zu einer galvanischen Batterie von vielen hundert Lagen vereinigen ließen. Dasselbe würde indess noch mit weniger Umständen erreicht werden, wenn man den Bodenbrettern mehrerer solcher Gestelle die Gestalt eines Dreiecks, und eine Vorrichtung gäbe, daß sie sich, sammt den darüber erbauten Säulen, an einanderschieben, und zu einem Ganzen fest vereinigen ließen.

III.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

über VOLTA'S Säule,

vom

Oberst-Lieuten. HENRY HALDANE,

und

Bemerkungen über die Theorie derselben,

von

WILL. NICHOLSON

in London. *)

Gleich als die erste Nachricht von Volta's neuer Entdeckung im *Morning-Chronicle* vom 30sten Mai, (bei Gelegenheit der Wiederholung einiger der Voltaischen Versuche in Dr. Garnet's Vorlesungen in der *Royal Institution*,) bekannt geworden war, **) schaffte sich der Oberst-Lieutenant Hal-

*) Nicholson's *Journal of nat. phil.*, Vol. 4, pag. 341. Die Haldanschen Versuche sind aus einem Briefe vom 24sten Juni ausgezogen. d. H.

**) Volta's erster Brief an Banks, wodurch seine Entdeckung zuerst in England bekannt wurde, ist zu Como den 20sten März 1800 geschrieben, (*Ann. der Physik*, VI, 340 a.) Nicholson und Carlisle fingen ihre Versuche, in denen sie die Wasserzersetzung durch Volta's Säule entdeckten, den 30sten April an, (Ebendal., 346,) und Nicholson machte Volta's, seine und Cruickshank's Versuche im Julistück seines physikalischen Journals

dan eine Voltaische Säule an, um genauere Beobachtungen über sie und über die Natur ihrer Wirkungen anzustellen. Ich begnüge mich, hier nur die neuen von ihm bemerkten Thatfachen, sammt einigen Bemerkungen zum Behufe einer Theorie mitzutheilen, deren wir jetzt für fernere Untersuchungen bedürfen.

Seine Säule bestand aus 40 Lagen, und wurde horizontal auf einen Tisch gelegt; statt der Silberscheiben nahm er halbe Kronen-, (Laubthaler-) Stücke, und die Pappe nässte er mit bloßem Wasser. Er bekam mit genäßten Fingern keinen Schlag, noch sah er einen Lichtblitz, wenn er das eine Ende mit dem Finger, das andere mit der Zunge berührte; wohl aber bemerkte diesen sein Sohn. Auch das Electrometer oder mein kreiselndes Instrument *) wurde von der Säule nicht afficirt. Steckte er aber eine kleine Nadel durch die Haut eines Fingers an

bekannt. Von Volta's Entdeckung ist also keinesweges die Nachricht im *Montly-Magazin*, Juli, No. 60, wie ich durch einen Irrthum in den *Annalen*, VI, 341 a., sagte, die erste. Das eilfte Heft des sechsten Bandes der *Annalen*, welches jene Aufsätze im Auszuge enthält, war schon in der Mitte des Septembers fertig gedruckt, und wurde bald darauf ausgegeben.

d. H.

*) Eine Beschreibung desselben, sammt anderer Instrumente, kleine Grade von Electricität zu verstärken und zu messen, in einem der folgenden Bände.

d. H.

der einen, und eben so an der andern Hand, und berührte mit diesen die Enden der Säulen, so fühlte er an den verwundeten Stellen einen stechenden Reiz, und einen convulsivischen Eindruck, der sich bis an die Schultern, selbst bis an den Nacken erstreckte, jedoch keinem electricischen Schlage gleich, da er unangenehmer und von längerer Dauer war. Mit Verminderung der Lagen nahm die Wirkung der Säule ab. Nahm man eine der drei Scheibenarten, woraus sie zusammengesetzt ist, ganz heraus, so hörte alle Wirkung auf. Zinnfolie statt Silber ging ganz gut, und Leder besser als Pappe.

Taucht man den Apparat in Wasser, so hört die Wirkksamkeit desselben ganz auf. Nimmt man ihn wieder heraus, und trocknet die äußere Fläche ab, ohne die Scheiben zu trennen, so wirkt er so stark wie zuvor. Daraus schliesse ich, daß die Wirkung der Säule in Haldane's Versuchen dadurch, daß er sie horizontal legte, wobei das Wasser aus der Pappe zwischen die Zink- und Silberplatten fließen mußte, beträchtlich geschwächt worden sey, und deshalb weder Schläge noch Zeichen von Electricität gegeben habe. Die Voltaische aufrecht stehende Säule ist unstreitig weit wirkfamer als eine in Wasser getauchte und dann abgetrocknete.

Der Apparat wurde unter dem Recipienten einer Luftpumpe aufgehängt, und die Luft so weit ausgepumpt, daß die Barometer - Probe nur noch auf $\frac{1}{2}$ Zoll stand. In diesem Zustande ging *keine* Wasser-

zerfetzung mittelst kupferner Drähte vor sich, trat aber wieder ein, wenn man aufs neue Luft zuliefs.

Haldane setzte Säulen aus verschiednen Metallen zusammen, und fand, daß *Zink* mit Gold, Zinn, Blei, Eisen und Kupfer wirkt. Mit denselben Metallen bleiben auch *Eisen* und *Blei*, doch weit schwächer, wirksam. Keine andere Verbindung dieser Metalle zeigt jene Erscheinungen, Gold und Zinn ausgenommen, welche ein sehr schwaches Wölkchen im Wasser erzeugen. *) — Nimmt man Eisen und Silber, so steigt bei der Wasserzerfetzung das Gas vom Silberdrahte auf, und der oxydirbare Draht der Eisenseite oxydirt sich; das Gegentheil findet mit Zink und Eisen statt, eine Verbindung, die mächtig wirkt, **) und wobei, (bedient man sich kupferner Drähte,) das in der Glasröhre sich absetzende Kupfer-Oxyd dunkelgrün, und merklich verschieden von dem ist, welches die Säule aus Zink und Silber giebt, als käme etwas von den Metallen, woraus die Säule besteht, mit in Circulation und färbte das Oxyd. Eine merkwürdige, genauere Prüfung verdienende Beobachtung, die ich mir doch lieber daraus erklären möchte, daß der Grad der Oxydation mit der Intensität des Agens wechselt, so wie dieses bei Wärme, Auflösungen etc. der Fall ist.

*) Etwas Umständlicheres über diese interessanten Versuche im folgenden Aufsatze. d. H.

**) Vergl. oben S. 172. d. H.

In einer größern, aufrecht stehenden Säule erhielt Haldane nur schwache Zeichen von Electricität, die ein Bennetsches Electrometer, dessen Platte mit in die Kette gebracht wurde, nicht afficirte. Als er sie mit dem Conductor einer Electrirmaschine verband, zeigte sich ihre Wirksamkeit eher gehemmt, als verstärkt. Mit dem innern und äußern Belege einer ungeladenen Flasche verbunden, verhinderte sie ihre Ladung, und eine geladene liefs sich durch die Säule hindurch entladen, wiewohl nicht schnell. Nimmt man hierzu die geringe Anziehung und Zurückstoßung, bei sehr starker Causticität, dem Schlage und der mächtigen Oxydation; so scheint es, sagt Haldane, sehr zweifelhaft, daß Electricität das Hauptagens in der Voltaischen Säule sey, ob schon einige darin erzeugt, oder während der Wirkung des Apparats entbunden werden kann.

Bevor ich die Erscheinungen in Volta's Säule einzeln zu erklären unternehme, muß ich zu den letzten Versuchen Haldane's bemerken: 1. daß es doch möglich wäre, der electrische Strom, den Haldane durch die Säule leitete, sey dem eignen Strome der Säule entgegen gegangen; 2. daß der aus der Electrirmaschine ausgehende electrische Strom der Quantität nach unendlich geringer als der seyn kann, den die Metalle in Volta's Säule erzeugen; 3. daß das Bennetsche Electrometer von Haldane nicht so in die Kette der Voltaischen Säule gebracht

war, daß der vermeintliche Strom durch die Goldblättchen gegangen wäre; 4. daß auch, nach der electrischen Hypothese, die Säule, bei dem Versuche mit der Leidener Flasche, diese, eine höhere Ladung, als sie selbst hatte, anzunehmen hindern mußte; 5. daß Cruickshank in Woolwich eine große Leidener Flasche bloß dadurch, daß er die Enden der Voltaischen Säule mit beiden Belegungen der Flasche in leitende Verbindung setzte, so lud, daß sie einen Schlag gab; *) und daß endlich 6. was der Säule an *Intensität* der electrischen Kraft abgeht, (und diese ist es, worauf die gewöhnlichen Kennzeichen der Electricität beruhen,) durch die *Quantität* derselben reichlich vergütet werden könnte. Ob aber diese Quantität wirklich ansehnlich genug sey, um daraus alle Erscheinungen zu erklären, das ist aus den beobachteten Thatfachen zu beurtheilen.

Ich kenne die großen Schwierigkeiten, mit denen wir in Untersuchung der Gesetze der Electricität zu kämpfen haben. Die bisher angestellten Versuche, (die vielen mit eingerechnet, die mich schon seit geraumer Zeit beschäftigen, die ich aber zur Bekanntmachung noch nicht für reif halte,) sind in viel zu geringer Zahl und viel zu eingeschränkt, um eine Grundlage zum Calcul abzugeben, oder als daß sich mittelst ihrer, aus einer Intensität, die fußlange Funken giebt, auf die geringen Variationen der electrischen Kraft, deren Stärke durch

*) Vergl. oben S. 169.

Fünkchen, die unsern Sinnen entgehn, gemessen wird, schliessen liefse. In den folgenden Bemerkungen über die galvanischen Erscheinungen beabsichtige ich daher auch mehr nicht, als zu zeigen, daß sie mit dem, was sich aus unserm jetzigen Wissen ableiten läßt, nicht unvereinbar sind, obgleich künftige genauere Untersuchungen sehr verschiedene Quantitäten von denen, welche ich hier aufstelle, geben möchten.

Wenn wir die Versuche Cavendish's analogisch auf alle Oberflächen und Intensitäten ausdehnen, so läßt sich Volta's Säule mit der gewöhnlichen Leidener Flasche vergleichen. Verhält sich die Größe der belegten Flächen, (oder die electriche Capacität,) direct wie das Quadrat der Quantität von Electricität, oder verkehrt wie die Quadrate der Funkenlänge; so sind, diesen Versuchen zu Folge, die Schläge gleich stark. *) Nun haben aber die electriche Schläge, welche der thierische Körper bis zu gleichen Entfernungen von den Extremitäten fühlt, die Eigenschaft, daß die, welche von kleinern Quantitäten einer intensiven Electricität herrühren, eine plötzliche und mehr vorübergehende Sensation, als solche erregen, die von einer

*) Cavendish fand, daß 4 Flaschen von einerlei Gestalt und Glasdicke, ziemlich denselben, ein wenig stärkern, Schlag gaben, als eine unter ihnen allein, die mit der Hälfte von Electricität als die 4 geladen war. *Philos. Transact.*, Vol. 66, pag. 196.

großen Menge nur wenig intensiver Electricität, die sich wahrscheinlich eben deshalb langsamer bewegt, hervorgebracht werden.

Wegen dieses Umstandes finde ich es sehr schwierig, aus einer Glasfläche von 1 Quadratfuß Belegung einen Schlag zu ziehen, der dem galvanischen Schläge ganz in der Empfindung gleiche. Ist eine solche Flasche so geladen, daß der Entladungsfunkens bis auf $\frac{1}{20}$ Zoll reicht, so geht der Schlag nicht ganz so weit über die Ellbogen, als von einer Voltaischen Säule aus 100 halben Kronstücken; der Schmerz ist aber viel plötzlicher, schärfer und vorübergehender. Der dichte galvanische Schlag scheint alle Glieder zu füllen, den Körper in Ausdünstung zu setzen, und eine Neigung zum Zittern und zu unwillkürlicher Bewegung in den Gliedern, durch die er gegangen ist, zurückzulassen. Ist die Schlagweite des Entladungsfunkens der Flasche nur $\frac{1}{20}$ Zoll, so bleibt der Schlag doch augenblicklich schmerzhafter als der irgend einer von mir versuchten Säule, obschon er nicht ganz bis an die Ellbogen reicht, und ungefähr von der Art ist, wie der Funken, den der Condensator zuletzt erzeugt. Ich nahm daher diesen electrischen Schlag zur Vergleichung mit dem galvanischen.

Ueber die Länge eines Funkens, der gerade so intensiv ist, daß er die Goldblättchen im *Bennet'schen Electrometer* zum Anschlagen an die Leiter zu den Seiten bringt, fehlen noch alle Versuche. Um sie zu bestimmen, nahm ich zwei ganz gleiche Lei-

dener Flaschen, lud die eine so, daß ihr Entladungsfunken $\frac{1}{30}$ Zoll betrug, schob sie dann an die andere Flasche, so daß beider innere und äußere Belegungen in Verbindung standen, und rückte sie dann wieder aus einander, wobei jene die Hälfte ihrer Ladung verloren haben mußte. Die zweite Flasche entlud ich genau, rückte sie dann wieder an die noch geladene, und beim Zurückziehen blieb dieser daher nur noch $\frac{1}{4}$ ihrer anfänglichen Ladung. Diesen Prozeß nahm ich im Ganzen siebenmahl vor, wodurch, wie man leicht überieht, die anfängliche Ladung der Flasche bis auf $(\frac{1}{2})^7$, das ist, bis auf $\frac{1}{128}$ vermindert war, und mithin nur eine Funkenlänge von $\frac{1}{30} \cdot \frac{1}{128}$ oder von ungefähr $\frac{1}{3840}$ Zoll haben mußte, da sich bekanntlich, unter übrigens gleichen Umständen, bei mäßigen Intensitäten, die Länge der Funken wie die Quantität der Electricität verhält. Und doch brachte die Flasche die Goldblättchen des Bennetschen Electrometers noch zum Divergiren; in einigen Wiederholungen des Versuchs schlugen sie selbst noch an. Es läßt sich daher als eine Regel annehmen, daß das Bennetsche Electrometer, im höchsten Grade der Electricität, welche es mißt, diese Intensität hat.

Doch wir wollen diese Intensität erst noch mit geringern vergleichen. Die seidene Fläche des Condensators, dessen ich mich in meinen vorigen Versuchen mit Volta's Säule bediente, *) ist unge-

*) *Annalen der Physik*, VI, 352, 354.

fähr $\frac{1}{50}$ Zoll dick, und die Goldblättchen fuhren ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll weit aus einander, als ich die mit Seide überzogene Platte aufhob; so daß also die Entfernung auf das 25fache wuchs. Die electriche Intensität, oder die Funkenlänge des Condensators, (dieselbe als die der Säule,) war folglich so vielmahl geringer, als die des Electrometers, *) mithin die Funkenlänge desselben nur $\frac{1}{25} \cdot \frac{1}{3000}$, das ist, $\frac{1}{75000}$ Zoll.

Da nun eine Leidener Flasche von 1 Quadratfuß Belegung, mit einem $\frac{1}{40}$ Zoll langen Funken, denselben Schlag als die Voltaische Säule, mit ihrem $\frac{1}{75000}$ Zoll langen Funken, gab; so muß sich die Gröfse einer belegten Glasfläche, von einerlei Dicke als die Flasche, deren Capacität der der Voltaischen Säule gleich seyn soll, zu einem Quadratfusse Belegung verhalten, wie $(\frac{1}{40})^2 : (\frac{1}{75000})^2$, das ist heinahe wie 3500000 : 1. So unglaublich viel größer muß folglich, nach dieser Rechnung, die electriche Capacität der Voltaischen Säule, als die einer Glasfläche von 1 Quadratfusse Belegung seyn, mithin die der größten je zu bauenden Batterie ganz ausnehmend übertreffen. **)

*) Nach Cavendish's Bestimmungen verhalten sich Ladungen von gleicher Intensität, verkehrt wie die Dicke. In den äußersten Fällen stehn jedoch die Ladungen, wie ich finde, in einem höhern Verhältnisse. *Nicholson.*

**) Nach den Bemerkungen über die Funken der Voltaischen Säule, die ich im vorigen Aufsatze

Da aber auf der andern Seite die Intensität der Electricität in Volta's Säule so außerordentlich geringe ist, so läßt es sich denken, daß der Schlag weit mehr durch die Masse oder Quantität von Electricität, als durch ihre Geschwindigkeit oder Bewegung

mitgetheilt habe, scheinen die sichtbaren galvanischen und die electricischen Funken von ganz verschiedener Natur zu seyn. Ein electricischer Funken von $\frac{1}{73000}$ Zoll Schlagweite muß gänzlich unsichtbar bleiben, da selbst mit einer Loupe der dreißigtausendste Theil eines Zolles kaum noch wahrnehmbar ist. Den Vermuthungen Nicholson's möchte ich daher höchstens mit der Einschränkung beistimmen, daß die Säule zwei Arten von Funken hervorzubringen vermag: erstens *galvanische*, bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll groß und sehr sichtbar, welche Lichtentwickelungen, vielleicht mit Schmelzung oder andern chemischen Prozessen verbunden, sind; und zweitens wegen ihrer Kleinheit unsichtbare *electriche* Erschütterungsfunken, welche die galvanischen Empfindungen erzeugen. Die Unabhängigkeit jener Funken und dieser Empfindungen von einander, indem, wenn jene am stärksten sind, diese häufig fast ganz fehlen, und umgekehrt, scheint dieser Hypothese günstig zu seyn. Gleich nach Errichtung der Säule pflegt die electriche Periode oder die der galvanischen Empfindungen die vorwaltende zu seyn; späterhin die der galvanischen Lichtentwickelung. Doch, noch ist es immer zu früh zu Hypothesen und Vermuthungen, denn noch fehlt so manche Reihe entscheidender Hauptversuche.

d. H.

wegung hervorgebracht werde. Nun verhalten sich aber, nach den angeführten Lehren, die Quantitäten von Electricität, die einerlei Schlag geben, verkehrt wie diese Intensitäten, oder, in unserm Falle, wie $40 : 75000$, das ist, wie $1 : 1875$; und die Flasche würde bei einmahliger Umdrehung einer kräftigen Electrirmaschine sich 10mahl von selbst entladen haben. Mithin wären 187 Umdrehungen erforderlich, um eine Batterie von 3500000 Quadratfuss Belegung bis zu der geringen Intensität der Voltaischen Säule zu laden: und da sich die Säule in 2 Sekunden ladet, in welcher Zeit eine einfache Scheibenmaschine von 24 Zoll Durchmesser einmahl umgedreht zu werden pflegt; so läßt sich behaupten, daß in einer kleinen Voltaischen Säule dieselbe Electricität 200mahl schneller als durch Reibung in einer 24zölligen Scheibenmaschine erzeugt werde, und daß aus ihr sich 200mahl mehr Electricität ziehen lasse, als ein Arbeiter durch Friction hervorzubringen vermag.

Ich muß nochmahls erinnern, daß das Feld, in das ich mich mit diesen Speculationen gewagt habe, für uns noch ganz neu ist. Wir dürfen erwarten, durch diese neuen, vereinten Wirkungen der Electricität und der Chemie zu Entdeckungen geführt zu werden, die uns noch unbekannte Kräfte und Wirksamkeiten dessen, was wir uns als electrisches Fluidum denken, offenbaren, und uns bestimmen werden, unfre bisherigen unvollkommenen Theorien und Vorstellungsarten darüber aufzugeben.

IV.

Ueber die Wirksamkeit einiger Verbindungen verschiedenartiger Metalle zur Voltaischen Säule; ob ihre Kraft mit der Menge der Platten und deren Grösse zunimmt, und Verhalten der Säule in verschiedenen Gasarten,

vom

Obrist-Lieut. HENRY HALDANE. *)

Ich liess in ein 6 Fufs langes, 3 Zoll breites und 1 Zoll dickes Brett, der Länge nach eine 0,6 Zoll weite Rinne eingraben. Wurden über diese die Voltaischen Säulen gelegt, zu denen ich Metallscheiben von 1,3 Zoll Durchmesser nahm, so ruhten sie bloß auf den Schärfen des Auschnitts, und ließen sich durch 2 Klötzchen Holz, die gegen die Endscheiben gestemmt wurden, in ihrer gehörigen Lage erhalten. Das Brett wurde etwas schief gestellt, um dem aus den nassen Scheiben abträufelnden Wasser in der Rinne Abfluß zu verschaf-

*) Zusammengezogen aus dem dritten Briefe Haldane's an Nicholson, datirt Croydon, Aug. 3, 1800, der in Nicholson's Journ., Vol. 4, pag. 313, abgedruckt ist. Nicholson's Auszug aus den beiden ersten Briefen Haldane's an ihn, enthält der erste Theil des vorigen Aufsatzes.

d. H.

fen. *) Zu diesen Scheiben nahm ich bald Pappe, bald Leder, und nässte sie stets mit reinem Wasser. Obſchon bekanntlich die thieriſche Epidermis ein Nichtleiter des Galvanismus iſt, (doch wird ſie dieſes einigermäſſen im feuchten Zuſtande,) ſo zeigte ſich doch in der Wirkſamkeit der Säulen kein Unterſchied, ich mochte naſſe Pappe oder naſſes Leder nehmen. Das Leder hat den Vorzug, die zum galvaniſchen Prozeſſe ganz unentbehrliche Feuchtigkeit länger zurückzuhalten, färbt aber ſehr die Metallflächen, die es berührt. Bei der Voltaſchen Säule ſcheint daher nur das Bedingung zu ſeyn, daſs jedes Plattenpaar in der Säule vom nächſten durch irgend einen Stoff, der kein vollkommner galvaniſcher Leiter iſt, getrennt werde, und daſs dieſer ſie trennende Stoff ſtets naſs ſey.

Zu den Verſuchen mit *Queckſilber* lieſs ich mir 20 ſehr ebene, 0,3 Zoll dicke Mahoganybrettchen 2 Zoll ins Quadrat machen, und darein in der Mitte runde Oeffnungen durchſchneiden, die bis auf $\frac{1}{2}$

*) Sollte dieſe Anordnung nicht den doppelten Nachtheil gehabt haben, daſs die genäſten Scheiben zu ſchnell trockneten, und das heraustropfende mit der benachbarten Metallscheibe coharirende Waſſer, längs ihres Randes zu der daneben liegenden Metallscheibe herabg-floſſen, und zwiſchen beiden, als in Haarröhrchen, in die Höhe geſtiegen ſey; wodurch, wie Cruickſhank's Erfahrung, (*Annalen*, 1801, VII, 100,) beweist, die Wirkſamkeit der Säule ausnehmend geſchwächt wurde?

des Bretts 1 Zoll, in den übrigen $\frac{2}{3}$, 1,5 Zoll im Durchmesser hielten. An der Seite des kleinern Durchmessers wurde eine Lederscheibe auf das Mahoganybrett, mit einem wasserfesten Kitt aus geschmolzenem Wachse, Harz und Röthel befestigt. Legte ich diese Brettchen, ehe die Säule zusammenge-
 setzt wurde, in Wasser, so durchnäßte sich das Leder. Dann goß ich die untere Vertiefung, unmittelbar über dem Leder, voll Quecksilber, und legte in den obern weitem Theil des Ausschnitts eine Metallscheibe, so daß sie das Quecksilber berührte, und war sie nicht dick genug, ihn auszufüllen, noch eine nasse Lederscheibe. Wurden dann die Brettchen gehörig auf einander gelegt, so war die galvanische Säule gebildet.

Bei allen folgenden Versuchen bediente ich mich *kupferner Drähte*, als leitender Kette, und *reines Wassers*, in einer Glasröhre, das mittelst ihrer galvanisirt wurde. Ich ordne die Versuche nach den Graden der Wirksamkeit, vermöge deren die verschiednen Metalle geeignet zu seyn scheinen, hierbei die oxydirende Basis oder die oxydirenden Pole, (*the oxydating bases or poles*,) des Apparats abzugeben, indess das zweite Metall in der Säule die entgegengesetzte oder Gasbasis oder die Gaspole, (*the opposite or gaseous base or pole*,) abgiebt.

Versuch 1. Zink, verbunden mit Gold, - Silber, - Eisen, - Kupfer, - Blei, - Zinn, - Quecksilber.

Alle diese Verbindungen bewirkten die kaustische Empfindung an der Zunge, den galvanischen

Reiz und Schlag, und die Oxydirung des Kupferdrahts, und zwar war in allen der Zink die oxydirende Basis oder der oxydirende Pol, und das andere Metall die Gasbasis oder der Gaspol.]

Gold und *Zink*, (40 Lagen Guineen und Zinkscheiben von der GröÙe halber Laubthaler,) schienen unter allen Verbindungen am kräftigsten zu wirken, wie sich aus der Vergleichung mit einer Säule von Schillingstücken zeigte. *Silber*, (40 halbe Kronen,) und *Zink* war fast eben so wirksam als der Goldapparat, nur mit dem Unterschiede, daß im letztern die Kraft, Gas zu erzeugen, im erstern dagegen, so wie in den übrigen Säulen aus *Zink*, die Kraft, Oxyd zu erzeugen, zu prädominiren schien: denn im Goldapparat fing der Draht der Zinkseite oder des oxydirenden Pols, nachdem er viel grünes Kupferoxyd abgesetzt hatte, an Luftblasen zu entwickeln, indess in dem Silberapparate und den übrigen, der Draht der Silberseite oder des Gaspols nach einer kurzen Zeit Oxyd abzusetzen begann. *Zink* und die übrigen genannten Metalle gaben gleichfalls viel Oxyd und Gas, und zwar folgten sie in ihrer Wirksamkeit folgendermaßen: *Eisen*, *Kupfer*, *Blei*, *Zinn*, *Quecksilber*. Letzteres gab die schwächste Wirkung, und die das Quecksilber berührenden Zinkflächen wurden, wie natürlich, stark amalgamirt. *)

*) Nach meinen Versuchen mit einer Säule aus *Zink* und *Wismuth*, S. 174, paßt der *Wismuth* sehr wohl

Das in jeder dieser Verbindungen erzeugte grüne Kupferoxyd wurde von einigen Tropfen Ammoniak, die ich in die Röhre tröpfelte, aufgelöst, und das Wasser färbte sich blau. Der Silber- und Kupfer-Apparat hatten überdies noch einen braunen Stoff erzeugt, auf den aber das Ammoniak nicht wirkte, und der bei den andern Säulen fehlte.

Versuch 2. Eisen, verbunden mit Gold,- Silber,- Kupfer,- Blei,- Zinn,- Quecksilber.

In allen diesen Apparaten war Eisen die oxydierende Basis, das andere Metall der gasgebende Pol. Sie wirkten zwar auf eine ähnliche Art, wie die vorigen, aber viel schwächer, die einzige Verbindung von *Eisen* und *Quecksilber* ausgenommen, die nicht minder kräftig als eine der Säulen mit der Zinkbasis zu seyn schien. Mit *Gold* und *Silber* wirkte das Eisen so ziemlich und gab viel Oxyd und Gas; schwächer mit *Kupfer*, das nur sehr kleine Luftbläs-

in die Reihe dieser Metalle mit hinein, und möchte, darf ich aus der Stärke der Oxydation der Platten in der Säule auf die Gasentbindung schließen, zwischen Eisen und Kupfer seine Stelle finden. Auch mit Wismuth ist die Zinkseite, bei der Wasserzersetzung, der oxydierende, die Wismuthseite der gasgebende Pol. Dafs aber bei manchen Salzen das Zinkende der Silbersäule der gasgebende Pol wird, indess dieses in der Wismuthsäule das Wismuthende bleibt, und mithin ein verschiedenartiges Verhalten des Zinks zu den übrigen Metallen in der Voltaischen Säule statt findet, habe ich schon oben bemerkt. S. 117. d. H.

ehen ausstieß; und mit *Blei* und *Zinn* gab es gar kein Gas, und zeigten sich an der Eisenseite nur einige Wölkchen im Wasser. Die Wirksamkeit dieser Verbindungen mit Eisen war daher in folgender Ordnung: *Queckfilber*, *Gold*, *Silber*, *Kupfer*, *Blei*, *Zinn*.

Der Rost, womit sich die Eisenflächen, welche die andern Metalle berührten, überzog, war von einer merkwürdigen Verschiedenheit, und so z. B. beim Golde sehr roth und glänzend. Die das Queckfilber berührende Eisenfläche behielt ihren metallischen Glanz.

Versuch 3. Blei, verbunden mit Gold, - Silber, Kupfer, - Zinn, - Queckfilber.

Das Blei war stets die oxydirende Basis, doch die Wirkung aller dieser Verbindungen nur sehr schwach. Mit Gold und Silber gab der eine Draht etwas Gas; mit Kupfer nur wenige Gasblasen; mit Zinn so wie mit Queckfilber gar keins, und aus dem Drahte der Bleiseite stieg nur ein kleines Wölkchen Kupferoxyd an. Das Blei wurde vom Queckfilber stark amalgamirt.

Versuch 4. Zinn, verbunden mit Gold, - Silber, Kupfer, - Queckfilber.

Noch schwächerer Effect wie zuvor; war einiger zu spüren, so war das Zinn dabei die oxydirende Basis, und es entwickelte sich am Drahte der Zinnseite eine Wolke. Mit 44 Guineen gab die Goldseite ein wenig Gas; mit Silber und Kupfer entwickelten selbst Apparate von 160 Scheibenpaaren

gar kein Gas; mit Queckfilber zeigten 20 Lagen nicht die mindeste galvanische Wirksamkeit, nicht einmahl den kauftischen Geschmack, und die Zinnfoliescheiben wurden beinahe vom Queckfilber aufgelöst.

Versuch 5. Kupfer, verbunden mit Gold, - Silber, - Queckfilber.

Keine Wirkung, außer in einer Verbindung von 67 Paar Silber- und Kupferscheiben, (Pennystücke.) Dabei umgab sich der Draht der Kupferseite mit kleinen Gasblasen und einer Wolke; der Draht der Silberseite zeigte kein Gas. Selbst 56 Lagen Gold und Kupfer gaben weder Gas noch Oxyd, doch eine kauftische Empfindung an der Zunge. Auch diese nicht einmahl 20 Lagen Queckfilber und Kupfer.

Versuch 6. Silber und Gold. Eine Säule aus 30 Plattenpaaren gab keine merkbare Wirkung, selbst nicht einmahl den kauftischen Geschmack. Dafs beide mit *Queckfilber* eben so wenig wirken würden, war leicht abzusehn; daher ich es nicht des Verlustes durch das Amalgamiren für werth hielt, diese Verbindungen zu versuchen.

Doch wäre es gewifs sehr wünschenswerth, dafs diese Versuche auch noch auf die übrigen Metalle, ganz besonders auf *Platin*, ausgedehnt würden. Allein hämmerbares Platin ist zu kostbar, als dafs diese Versuche Sache eines Privatmannes seyn könnten, besonders zu einer Zeit, in der so viele geldspiegelige Versuche anzustellen sind. Doch läfst es sich

vielleicht in seinem körnigen Zustande mittelst meines Apparats für Queckfilber untersuchen. *)

Ich wünschte nun auch zu wissen, *nach welchem Verhältnisse die Wirksamkeit von Volta's Säule mit der Menge der Plattenpaare oder mit der Größe ihrer Oberfläche zunimmt.* Darüber sollten mich folgende Versuche belehren.

Versuch 7. Es wurde eine Säule aus 200 halben Kronstücken, eben so viel gleich gestalteten Zinkplatten und Lederscheiben, die in reinem Wasser genäßt waren, über die Rinne des oben beschriebenen Bretts gelegt, wo sie eine Länge von 3 Fuß 9 Zoll einnahm. Die Wirkung war im Verhältnisse der Länge sehr schwach, und lange nicht 5mahl so stark, als die einer Säule aus 40 Plattenpaaren, die ich damit verglich.

Als ich aber die Säule umbauete, und die Lederscheiben zuvor in flüssigem salzsauren Ammoniak tränkte, wirkte sie sehr kräftig. Der kaustische Geschmack und der galvanische Schlag waren sehr heftig; und sowohl die Oxydirung des Kupferdrahts

*) Ich habe späterhin in diesem Apparate sowohl Schwefel als auch Eisenfeilspäne gebraucht, und aus ihnen und Metallen Voltaische Säulen zusammengesetzt, ohne die mindeste galvanische Wirkung zu erhalten.

als die Gasentwicklung in der Röhre voll Wasser, erfolgten schneller. *) Wurde die Zunge in die Kette gebracht, so glich, was sich in schwächern Apparaten als Causticität zeigte, hier mehr einer Pulsation; bei jedem wiederhohltten Schlage, und auch bei Schlägen auf der Backe erschien im Auge der Lichtblitz. Führt man in zwei abgefonderte Gläser voll Wasser von den Enden der Säule Drähte, und tauchte in das eine Glas einen Finger der einen, in das andere einen Finger der andern Hand; so fühlte man einen merklichen galvanischen Schlag, und in den Fingern, so lange man sie im Wasser liefs, eine fortdauernde Betäubung, (*numbness*.) — Hieraus ist offenbar, *dafs die Verstärkung der Voltaischen Säule mehr auf den Stoffen beruht, aus denen sie zusammengesetzt wird, als auf der Zahl der Plattenpaare.*

*) Haldane erzählt weiterhin umständlich die Wirkung dieser mächtigen Säule bei einer 30 Stunden lang fortgesetzten Wasserzersetzung mit Golddrähten, die sich jedoch von den ähnlichen, bereits zur Genüge in den Annalen mitgetheilten, nur in dem Umstande unterscheidet, dafs der Golddraht der Zinkseite beträchtlich anliefs, ohne dafs sich doch ein Niederschlag oder ein Wölkchen darum bildete. Er gab weder so viel, noch so lange Gas, als der Draht der Silberseite, aus dem er den ganzen Prozeß über ausströmte, so weit er unter Wasser war, und der sich zuletzt weifs incrustirte.

d. H.

Versuch 8. Ich wollte nun die Wirkksamkeit einer Säule aus 20 Plattenpaaren, jedes von 6 Zoll Durchmesser, mit den vorigen vergleichen; da aber die Zinkplatten ausblieben, mußte ich diesen Versuch verschieben. Aber aus der geringen Vermehrung in so erweiterten Apparaten aus Blei und Eisen und Blei und Zinn, läßt sich nicht erwarten, daß die Wirkksamkeit einer Voltaischen Säule im Verhältnisse der Oberfläche der Platten zunehmen werde.

Da die im vorigen Aufsatze beschriebnen Versuche mich belehrt hatten, daß die Wirkksamkeit der Voltaischen Säule im luftverdünnten Raume unter dem Recipienten der Luftpumpe aufhört; so schien es mir interessant, die Wirkungen derselben in verschiedenen Gasarten zu untersuchen.

Versuch 9. Ich setzte zu dem Ende drei Voltaische Säulen, deren jede aus 40 halben Kronen, eben so vielen Zinkplatten, und aus Scheiben, die in reinem Wasser genäßt waren, bestand, unter drei 15 Zoll hohe und 5,5 Zoll weite Glasglocken, deren erste mit *atmosphärischer Luft*, die zweite mit *Sauerstoffgas*, aus Braunstein und Schwefelsäure entbunden, und die dritte mit *Stickgas* gefüllt war, das ich aus atmosphärischer Luft, die 5 Tage lang über einer Mischung aus Schwefel und Eisenspänen gestanden, erhalten hatte. An den Enden

der Säulen lasen Messingdrähte, und mit diesen wurden Kupferdrähte verbunden, die durch das Wasser, welches die Gasarten sperrte, aus den Glocken hinaus, in Glasröhren voll reines Wasser gingen, das mittelst ihrer zersetzt werden sollte.

Die Säule in der mit *atmosphärischer Luft* gefüllten Glocke erzeugte an den Enden der Kupferdrähte, wie gewöhnlich, Oxyd und Gas, wiewohl nicht in solcher Menge, als bei freiem Zutritte der Luft zur Säule. Die Säule im *Sauerstoffgas* gab das meiste Gas und Oxyd, selbst der Theil des Kupferdrahts an der Zinkseite, der durch das Wasser hindurchging, welches die Glocke sperrte, entband Gas, das in der Glocke anstieg. Die Säule im *Stickgas* gab dagegen weder Oxyd noch Gas, und blieb ohne alle merkbare Wirkung. — Nach 20 Stunden erneuerte ich die Drähte, welche die Säulen unter den beiden ersten Glocken mit ihren Glasröhren verbanden; sie erzeugten aber nur ein schwaches Wölkchen im Wasser. Das Wasser, welches die Glocken sperrte, war in ihnen höher angetreten; ein offenes Zeichen, daß sich die anfängliche Gasmenge in den Glocken vermindert hatte.

Dieser Versuch, verbunden mit der Untersuchung der atmosphärischen Luft, welche mit Wasser über eine Voltaische Säule gesperrt war, bestimmt mich, der Meinung *Fabroni's* beizupflichten, daß die ganze Wirkung des Galvanismus auf

einem chemischen Prozesse beruht *) und hauptsächlich durch ein Anziehen des Sauerstoffs aus der atmosphärischen Luft hervorgebracht wird, und das mithin, nach unsern jetzigen Theorien, die ganze Operation lediglich für ein Verbrennen, dem ähnlich, zu halten ist, welches entsteht, wenn man Schwefel, Eisenfeilspäne und Wasser mit einander vermischt.

*) *Annalen der Physik*, IV, 418.

d. H.

V.

ERFAHRUNGEN

über die Verbindung der Erden mit
Sauerstoff,

von

CARL WILHELM BÖCKMANN

in Carlsruhe.

Zwar hat van Mons *) die wichtigen von Humboldtschen Versuche über die Absorption des Sauerstoffgas durch angefeuchtete Erden **) nicht nur mit gutem Erfolge wiederholt, sondern gefunden, daß außer der Kalk-, Thon- und Schwererde sogar auch die Zirkon- und Strontianerde gleichfalls das Sauerstoffgas zerlegen. Dagegen behauptet aber Saussure der Sohn, ***) daß reine Erden, mit völlig reinem destillirten Wasser angefeuchtet, durchaus nicht auf das Sauerstoffgas wirken. Auch Berthollet, Chaptal und Fabroni ****) wollen

*) Man vergleiche Scherer's *allgem. Journal der Chemie*, B. III, St. 14, S. 245, und H. 18, S. 731.
B.

**) von Humboldt's *chemische Zerlegung des Luftkreises*, S. 117 u. f.
B.

***) *Journal de Physique*, T. IV, S. 470. — Scherer's *Journal der Chemie*, B. III, H. 14, S. 216; und *Annalen der Physik*, B. I, S. 311 u. f. B.

****) Man vergl. *Annales de Chemie*, No. 103, p. 30, und daraus Berthollet's Bemerkungen gegen die

keine solche Absorption des Sauerstoffgas durch feuchte Erden bemerkt haben; und Champy der Sohn, *) ein genauer Beobachter, wiederholte jene Versuche zu Cairo in Aegypten mit *Thon-*, *Kalk-* und *Schlamm Erde aus dem Nil*, welche Ueberreste von Vegetabilien enthält, bei einer Wärme von 24 bis 29° R., und konnte gleichfalls keine Verminderung an dem Sauerstoffgas bemerken, welches damit in Berührung gebracht worden.

Was nun meine Wenigkeit selbst betrifft, so wählte ich bei den mancherlei Versuchen, welche ich vor einiger Zeit anstellte, um ein möglichst reines Stickstoffgas zu bereiten, **) unter andern auch einige Arten von angefeuchteter *Gartenerde* zu diesem Endzwecke. Da nun die ersten Versuche ziemlich befriedigend ausfielen, so setzte ich solche nachher umständlicher fort, und wandte dabei auch insbesondere *Thonerde* an, weil nach von Hum-

vorgebl. Absorption des Sauerstoffs durch die reinen Erden, in den *Annalen der Physik*, 1801, VII, St. 1, S. 86, welches Stück zwar schon geraume Zeit gedruckt, aber noch nicht ausgegeben war, als ich diese interessanten Bemerkungen des Herrn Böckmann erhielt, die dem dort S. 87 in der Anmerkung geäußerten Wunsche zuvorkommen.

d. H.

*) Ebendasselbst.

B.

**) C. W. Böckmann's *Versuche über das Verhalten des Phosphors in verschiedenen Gasarten*, herausgegeben von Fr. Hildebrandt. Erlangen, 1800.

boldt's Beobachtungen diese das Sauerstoffgas vorzüglich schnell, und sogar vollständig, zerlegen soll. Es war inzwischen bei diesen Versuchen mein eigentlicher Endzweck nicht, zu erforschen, ob jene Eigenschaft den *reinen* und *unreinen Erden* zugleich oder etwa *nur einer* von diesen beiden Arten zukomme, weshalb ich denn auch eben keine *chemisch-reinen*, sondern bloß verschiedene Gattungen des *gemeinen Thons*, so wie man solchen in unsern Gegenden findet, dazu gebrauchte.

Auch würde ich mich nicht entschlossen haben, diese meine Versuche öffentlich bekannt zu machen, wenn wir uns nicht dieses Gegenstandes wegen wirklich noch im Zweifel befänden. Allein unter diesen Umständen dürfte den Naturforschern wohl jeder auch noch so kleine Beitrag nicht ganz unwillkommen seyn.

Erster Versuch.)* Von sechs gleich großen Ballons von weißem Glase, wovon jeder etwa 70 Kubikzoll faßt, füllte ich einen, (A,) mit 24 Kubikzollen ziemlich fest gedrückter *Gartenerde*, (*Humus ruralis L.*,) die ich mit einigen Kubikzollen destillirten Wassers angefeuchtet hatte, und verschloß

*) Dieser Versuch ist auch schon in meiner Abhandlung über das Verhalten des Phosphors in verschiedenen Gasarten, S. 67, beschrieben; da aber sehr wahrscheinlich manche Leser der Annalen solche nicht besitzen, so hielt ich es für schicklich, denselben hier mit zu beschreiben.

schloß den Hals des Ballons mit einem Pfropf; einen andern Ballon, (B,) füllte ich auf eben die Art mit *Alpenerde*, (*Humus alpina*;) einen dritten, (C,) mit *schwammiger Dammerde*, (*Breusethou*; *Humus effervescens* L.); einen vierten, (D,) mit *dadolischer Erde*, (*Humus daedalea*;) vermisch mit etwas *gemeinem Thon oder Leim*, (*Argilla communis* L.); einen fünften, (E,) mit *Haidenerde*; (*Humus pauperata* L.) und endlich einen sechsten, (F,) mit *gebranntem zerfallnem Kalk*.

Diese so verschlossnen Ballons setzte ich nun mit reinem Wasser gesperrt, 33 Tage der freien Luft aus, wobei sie die Sonne des Tages mehrere Stunden lang beschien, und die Wärme überhaupt zwischen 3 und 20° R. abwechselte; die mittlere Temperatur aus allen Tagen betrug zwischen 9 und 10°. Da diese Erden die Feuchtigkeit in verschiedenen Verhältnissen einschluckten, so waren sie auch, bei gleicher Menge von zugemischtem Wasser, ungleich feucht; am trockensten zeigten sich B, E und F. Nach Verfluß der 33 Tage prüfte ich das Gas im *Sauerstoffmesser*, *) (*Eudiometer*), und fand darin das Gas des Ballons

*) Die Röhre des bei diesen Versuchen gebrauchten Sauerstoffmessers, nach Fontana's Einrichtung, ist 6 französische Linien weit, und daher zu Prüfungen atmosphärischer Luft oder ähnlicher künstlichen Vermischungen von Stickstoffgas und Sauerstoffgas nur dann mit einiger Sicherheit zu gebrauchen, wenn man die zu untersuchenden Gasarten sogleich

A zu 58 Grad Verminderung

B — 3	—	—	—
C — 40	—	—	—
D — 30	—	—	—
E — 2	—	—	—
F — 60	—	—	—

Zweiter Versuch. Es wurden die verschiednen Erden von dem vorigen Versuche mit einander vermengt, und hierauf die Ballons etwa bis zur Hälfte damit angefüllt u. s. w. Nach 22 Tagen, während die mittlere Temperatur etwa 15° R. gewesen, untersuchte ich das rückständige Gas von einem Ballon. — Es zeigte im Sauerstoffmesser bei der Berührung mit Salpetergas nicht die geringste Verminderung. Da ich zu diesem möglichst reinen Stickstoffgas ein Stückchen Phosphor brachte, leuchtete er so vollkommen als in dem durch Bleiamalgama

mit dem damit in Berührung gebrachten Salpetergas schüttelt. Dieses Schütteln vermeide ich aber gerne wegen anderer dadurch leicht möglichen Unrichtigkeiten, und so giebt denn die atmosphärische Luft in dieser etwas engen Röhre geprüft, gewöhnlich nur etwa 60 Grade Verminderung. — Ich gebrauche sonst bei meinen Versuchen über den Sauerstoffgas-Gehalt der Atmosphäre ein etwa 3 bis 4 Zoll weites schickliches Mischungsgefäß, wodurch ich denn auch Verminderungen von 88 bis 92 und mehrern Graden erhalten habe, ohne dabei das Gefäß zu schütteln. — Da bei den hier beschriebenen Versuchen mein Zweck nur dahin ging, ein möglichst reines Stickstoffgas zu erhalten, so war derselbe schon versetzt, wenn das Gas auch

oder Schwefelkali abgetrennten möglichst reines Stickstoffgas.

Vierzehn Tage später, also nach 36 Tagen, prüfte ich auch die Luft in den übrigen Ballons. In einem, in welchen etwas Wasser durch den Pfropf gedrungen, und daher die Erde etwas nasser als in den übrigen war, zeigte das Gas eine Verminderung von 44 Graden. In einem zweiten Ballon gab es 1 bis 3 Grade, und in den beiden übrigen nicht die geringste Verminderung. In diesem letztern Gas leuchtete der Phosphor ebenfalls wie in dem erstern; hingegen in dem Gas von 44 Graden Verminderung war das Leuchten auffallend schwach.

Dritter Versuch. Die nämlichen Ballons, nebst andern Glasflaschen, wurden gereinigt und hierauf einige davon, (A,) mit schwarzgrauem Thone, (Letten,) andere, (B,) mit gelbröthlichem Thone,

nur einige Verminderung gab, und ich fand es demnach für ziemlich gleichgültig, wie groß denn eigentlich jene Verminderung war. Aus diesem Grunde nahm ich dergleichen Prüfungen auch nicht in dem weiten Mischungsgefäße vor, sondern gebrauchte die zu jenem Zwecke hinlängliche und bequemere Röhre des Sauerstoffmessers. — Es dürfte vielleicht nicht überflüssig seyn, hier noch zu bemerken, daß das von mir für möglichst rein gehaltene Stickstoffgas nicht nur in einer engen Röhre von 6 oder 12 Linien, sondern auch bei dem Gebrauche eines drei bis vier Zoll weiten Mischungsgefäßes mit Salpetergas keine Verminderung zeigte.

B.

und die übrigen, (C_0) mit *weißem ziemlich reinen* Thone etwa zur Hälfte angefüllt, nachdem diese Erden zuvor mit Brunnenwasser mittelmäßig befeuchtet waren. Ich verschloß diese Gefäße mit Pfropfen, sperrte sie durch Wasser und setzte sie ins Freie, wo den Tag über einige Stunden eine Sonnenwärme von 24° bis 26° , und überhaupt eine mittlere Wärme von 15° auf sie wirkte.

Nach 44 Tagen prüfte ich das Gas in einigen Gefäßen von C, und fand, daß dasjenige, das über dem *trocknern* Thone gestanden, 40 Grade, hingegen dasjenige, das über dem *näßern* gewesen, 54 Grade Verminderung anzeigte. Am 60sten Tage untersuchte ich das Gas in den sämtlichen Gefäßen, und es gab das Gas in

A, 34 bis 40 Grade Verminderung

B, 42 bis 48 — — —

C, 40 bis 56 — — —

Der Phosphor leuchtete in allen etwa so wie in atmosphärischer Luft, oder in einigen auch noch etwas schwächer.

Vierter Versuch. Es wurden aufs neue verschiedene Glasgefäße mit mehr oder weniger stark angefeuchtetem *gräulich weißen* Thone zur Hälfte angefüllt, und auf die beschriebene Weise 30 Tage lang, bei einer mittlern Temperatur von 14° , aufbewahrt. Das Gas zeigte hierauf bei der Prüfung eine Verminderung von 53, 58 und 60 Graden. Der nässere Thon hatte weniger auf das Sauerstoffgas gewirkt als der trocknere.

Fünfter Versuch. Ich wiederholte den dritten Versuch mit ähnlichen erst ganz frisch gegrabenen Erden von verschiedner Feuchtigkeit, und nach 60 heißen Sommertagen gab das Gas über dem schwarzen Thone 30 bis 40 Grade Verminderung: das über dem röthlichen 58, und endlich das über weissem Thone 50 bis 60 Grade.

Sechster Versuch. Es ward Salzthon, (*Leberstein*,) den man schon länger als 20 Jahre in einem Naturalien-Kabinet aufbewahrt hatte, angefeuchtet und in verschiedne Fläschchen gefüllt, die ich alsdann mit Pfropfen wohl verschloß, und durch Wasser sperrte. Nach 26 heißen Sommertagen prüfte ich das Gas, und fand eine Verminderung von 58 Graden.

Siebenter Versuch. Ich war begierig, auch zu sehen, wie sich das *ausgelaßte Braunstein-Oxyd* gegen die damit in Berührung gebrachte atmosphärische Luft verhalten würde. Ich füllte daher einige Fläschchen damit bis zur Hälfte an, und setzte sie einer mittlern Temperatur von 13° aus. Nach einigen Tagen bemerkte ich, daß durch die nicht ganz luftdichten Pfropfen Wasser eingedrungen war, wodurch das Braunstein-Oxyd ziemlich nass wurde. Am 14ten Tage prüfte ich das rückständige Gas, und fand es von 16 und 20 Graden Verminderung. Phosphor leuchtete darin.

Achter Versuch. Da es möglich seyn konnte, daß im vorigen Versuche noch mehr Sauerstoffgas wäre zerlegt worden, wenn das Braunstein-Oxyd trock-

ner gewesen wäre, so füllte ich aufs neue mehrere Fläschchen mit solchem an, das ich zuvor ausgeglühet und bei dem Erkalten vor dem Zutritte der atmosphärischen Luft sorgfältig verwahrt hatte. Die Pfropfen wurden hierauf mit Siegelack umgeben, und die Gefäße einer mittlern Temperatur von 14° ausgesetzt. Ich schüttelte öfters das Braunstein-Oxyd, damit neue Theilchen mit dem atmosphärischen Sauerstoffgas in Berührung kommen sollten. Nach 40 Tagen prüfte ich das rückständige Gas, und fand, daß es 18 bis 24 Grade Verminderung mit Salpetergas gab.

Nach diesen und andern Versuchen ist es in der That sehr auffallend, daß *der gemeine Thon eine so geringe Wirkung auf das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zeigte*, da von Humboldt fast keiner dergleichen Erfahrungen erwähnt. Bei den meinigen konnte etwa der Fall nicht wohl statt haben, daß *aller Thon schon mit Sauerstoff gesättigt gewesen wäre*; denn der größere Theil der Erden war kurz zuvor erstgegraben worden, und ich hatte überdies von den einzelnen großen Stücken vor ihrer Zerkleinerung immer zuerst einen halben bis einen Zoll dick die äußere, mit der Luft in Berührung gewesene Erde abgefondert.

Eben so wenig konnte eine *zu starke oder zu schwache Befeuchtung* an dem wenigen Gelingen meiner Versuche mit Thon Ursache seyn; denn in

den verschiednen Glasgefäßen war derselbe bald trocken, bald mehr oder weniger feucht, oder nass.

Dem ruhigen Beobachter muß es freilich etwas auffallend seyn, zu sehen, daß Männer, wie von Humboldt und von Mons, mit Berthollet, Chaptal, Fabroni, Saussure u. s. w., über Versuche, die beim ersten Anblicke so einfach und leicht sind, fast in *völligem Widerspruche* stehen. — Doch ein Rückblick auf die Geschichte der Naturkunde zeigt uns viele ähnliche Beispiele.

Da übrigens gewiss niemand an der Wahrheitsliebe und Geschicklichkeit aller jener Naturforscher zweifeln kann und wird, so müssen wir, nach meinem geringen Urtheile, annehmen, daß bei der Absorption des Sauerstoffgas durch feuchte Erden gewiss noch unbekannte Bedingungen statt haben, die man bisher aus der Acht ließ; wie z. B. die Art, wie die verschiednen reinen Erden bereitet wurden, ob sie neu oder schon lange aufbewahrt sind, u. s. w.

Die Thätigkeit und der Forschungsgeist der Physiker und Chemiker lassen uns aber mit Grunde erwarten, daß wir nächstens über diesen interessanten Gegenstand mehr Licht erhalten werden!

VI.

EINIGE BEMERKUNGEN

*über die Abscheidung des Sauerstoffgas
von der atmosphärischen Luft durch
Schwefelkali und andere oxydirbare
Körper,*

von

CARL WILHELM BÖCKMANN

in Carlsruhe.

Bei aufmerkfamer Durchlesung der so wichtigen Schrift des Herrn von Humboldt's: *über die chemische Zerlegung des Luftkreises*, haben sich mir unter andern einige Bemerkungen über seine Meinungen von der Abscheidung des Sauerstoffgas durch Schwefelkali dargeboten, die ich, wegen der Beziehung, in der sie auf meine *Abhandlung über das Verhalten des Phosphors in den verschiedenen Gasarten* stehn, dem naturforschenden Publikum vorzulegen für Pflicht halte.

In dieser Abhandlung gab ich, nächst dem *Bleiamalgama*, die *Auflösung des Schwefelkali* als das *vorzüglichste bekannte Mittel an, um aus der atmosphärischen Luft ein möglichst reines Stickstoffgas abzuscheiden*. Nun könnte aber bei jemanden der Zweifel entstehen, ob wohl solches Gas wirklich als *von allem Sauerstoffgas gereinigt* anzusehen sey, und ob also nicht gegen die volle Richtigkeit mehrerer von mir angeführten Versuche und daraus gezoge-

nen Resultate, einige Bedenklichkeiten entstehen dürften. — Diese etwanigen Zweifel wünsche ich nun nach Möglichkeit zu zerstreuen, und ich hoffe durch folgende Bemerkungen meinen Zweck zu erreichen.

Es giebt allerdings, wie Herr von Humboldt sagt, mehrere Fälle, in denen oxydirbare Körper nicht im Stande sind, aus der atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas abzuscheiden, weil dasselbe vermuthlich durch das übrig bleibende Stickstoffgas, und vielleicht auch durch andere Stoffe, zu innig gebunden oder gleichsam umhüllet wird. Bei der Anwendung des Phosphors zu solcher Abscheidung findet man dieses auf eine fast nicht zu bezweifelnde Weise, und ich habe in meiner genannten Schrift zur Erklärung einiger Erscheinungen mehrmahls Gebrauch von jener Thatfache gemacht. Das Salpetergas ist der Erfahrung gemäß dann oft nicht mehr fähig, wegen jener Umstände, auf einen Ueberrest von Sauerstoffgas zu wirken.

Wenn indeffen Herr von Humboldt vermuthet, daß die wässerige Auflösung des Schwefelkali gleichfalls unfähig sey, bei hinlänglicher Einwirkung alles Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden, so gebieten mir es vielfältige und mit Sorgfalt angestellte Erfahrungen, mich hierin etwas von der Meinung jenes schätzbaren Gelehrten zu entfernen.

Die Haupterfahrung, worauf sich seine Behauptung gründet, ist diese, daß bei verschiednen Ver-

suchen, 100 Theile atmosphärischer Luft durch die Auflösung des Schwefelkali nur um 21 bis 23 Theile vermindert, und daß bei der Prüfung dieses Rückstandes durch Salpetergas noch 18 bis 17 Grade Verminderung bewirkt wurden.

Es ist zwar wahr, daß in solchen Rückständen aus der atmosphärischen Luft, wo die Einwirkung des Schwefelkali nur etwa 6 bis 10 Tage lang dauerte, noch öfters ein Gehalt von Sauerstoffgas entdeckt wird, und daß alsdann bei der Prüfung mit Salpetergas eine Verminderung von 6 bis 18 Graden statt haben könne; allein bei *gehöriger Proportion* einer solchen Schwefelkali-Auflösung zu der atmosphärischen Luft, und bei einer *hinlänglichen Wärme* kam mir *kein Fall* vor, daß nach 16 oder 20 Tagen das rückständige Gas *noch einige Verminderung* bei solchen Prüfungen erlitten hätte, auch selbst dann nicht, wenn das Rohr des Sauerstoffmessers gelinde geschüttelt, oder die Mischung der beiden Gasarten, in einem zweckmäßigen, 3 bis 4 Zoll weiten, Glasgefäße vorgenommen ward.

Könnte es aber auch durch mehrere genaue Versuche wirklich unlängbar erwiesen werden, daß das Schwefelkali nur etwa 21 oder 23 Hunderttheile von der atmosphärischen Luft abzuschcheiden vermögend wäre: so dürften wir, nach meinem geringen Urtheile, dennoch nicht berechtigt seyn, daraus geradezu zu folgern, daß in dem Rückstande nothwendig noch etwas Sauerstoffgas im freien oder gebundenen Zustande vorhanden seyn müsse; denn

unsre Kenntnisse über den eigentlichen Gehalt der Atmosphäre an Sauerstoffgas gründen sich immer noch auf ziemlich schwankende Stützen. Ja, es dürfte sich vielleicht einst noch zeigen, daß sie wirklich weniger Sauerstoffgas enthält, als wir sonst gewöhnlich annehmen. Denn fand nicht z. B. von Humboldt selbst, daß ein künstliches Gemisch von 4 Theilen Stickstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas, (also eine durch Kunst zusammengesetzte atmosphärische Luft zu 0,20 Theilen Sauerstoffgas,) im Salpetergas-Sauerstoffmesser 98 Grade Verminderung gab, während die natürliche atmosphärische Luft, (angeblich zu 0,27 Theilen Sauerstoffgas,) nur um 93 Grade vermindert ward. Und wenn man hier etwa einwenden möchte, daß die atmosphärische Luft ein eigentlich chemisches Gemisch, jene künstliche Zusammensetzung hingegen nur bloß als ein Gemenge von Stickstoffgas und Sauerstoffgas anzusehen sey, so müßte diese hypothetische Voraussetzung erst noch bestimmter bestätigt werden.

Allein wir wollen es einmahl als gewiß annehmen, daß die atmosphärische Luft wirklich z. B. 27 Hunderttheile Sauerstoffgas enthalte, so könnte dennoch das Schwefelkali vielleicht alles Sauerstoffgas wirklich abgeschieden haben, ungeachtet die Absorptions-Röhre z. B. nur etwa 24 Hunderttheile angäbe. Es ließen sich nämlich gar wohl noch einige besondere Gesetze denken, nach welchen die Ausdehnung des Stickstoffgas in Verbindung mit diesem oder jenem Stoffe, oder nach der Trennung

davon, sich merklich verändert. Freilich dürfen wir bis jetzt solches fürs erste nur ahnden oder höchstens analogisch nach andern Erfahrungen mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, bis einst die sämmtlichen Eigenschaften dieses merkwürdigen Gas überhaupt genauer aufgesucht und bestimmt seyn werden. Aber so viel scheint doch aus mehreren bekannten, obgleich noch immer unvollkommenen Versuchen bereits zu erhellen, daß jenes Gas in Ansehung seiner Ausdehnung sehr beträchtlich von den andern Gasarten abweicht. Und wenn es sich, nach Herrn Göttling, bestätigen sollte, daß vorzüglich der Lichtstoff den gasförmigen Zustand der Grundlage des Stickstoffgas hervorbringt, und daß sich also dieses Gas dadurch von andern ganz besonders auszeichnet, so könnte man auch in Ansehung der Expansivkraft desselben besondere Phänomene erwarten.

Auch ist es mir ferner ziemlich wahrscheinlich, daß selbst die *verschiednen Arten* von Stickstoffgas, und insbesondere das reine, und das auf mancherlei Weise verunreinigte, in Ansehung ihrer *Ausdehnung bei verschiednen Temperaturen*, merklich *von einander verschieden* seyn mögen; so daß sich z. B. das Phosphor-Stickstoffgas anders ausdehnt, als das möglichst reine Stickstoffgas, u. s. w.

Es wäre daher sehr zu wünschen, daß von thätigen Physikern sorgfältige und mannigfaltig abgeänderte Versuche unternommen würden, um die *bestimmten Ausdehnungsgesetze aller bekannten Ar-*

ten von Stickstoffgas, im reinen und unreinen Zustande, bei verschiedenen Temperaturen aufzufinden. Diese, freilich etwas schwere, mühsame und langwierige Arbeit, würde unter andern auch von beträchtlichem Nutzen und unmittelbarer Anwendung für die so wichtige Analyse der Atmosphäre seyn.

Denn so lange wir jene Gesetze gar nicht, oder nur sehr unvollkommen kennen, so lange bleibt es auch sehr unsicher, aus den Rückständen der atmosphärischen Luft mit Genauigkeit auf ihren Gehalt an Sauerstoffgas, oder auf die völlige Reinheit des rückständigen Stickstoffgas, zu schließen. Es könnten z. B. durch Schwefelkali wirklich die angenommenen 0,27 Theile Sauerstoffgas gänzlich abgeschieden seyn, wenn wir gleich nur etwa 0,26 Theile Verminderung wahrnehmen; es dürften sich nämlich die übrigen 0,73 Theile Stickstoffgas, indem sie von ihrer vorherigen Bindung mit Sauerstoffgas frei geworden, nur um 0,04 Theile mehr ausdehnen. — Von Humboldt will zwar gefunden haben, daß eine solche Vergrößerung des Volums, wenigstens beim Phosphor-Stickstoffgas, nicht statt habe, allein mich dünkt, als seyen hierüber noch mehrere Erfahrungen erforderlich, um jene Vermuthung völlig zu widerlegen.

Wäre aber auch das Bisherige alles berichtet, und also hierin kein Irrthum weiter zu besorgen, so wäre es ja auch noch möglich, daß aus der wässerigen Auflösung des Schwefelkali einige Hunderttheile Wasserstoffgas sich erzeugt, die sich mit dem Stickstoff-

gas vermischet, und solchergestalt das Volumen des Rückstandes überhaupt vermehrt hätten; für den Beobachter würde dies nun den Schein haben, als sey um so viel weniger Sauerstoffgas zerlegt worden. — Und diese Möglichkeit wird sich nicht eher gehörig beseitigen lassen, als bis wir vermögend sind, auch sehr kleine Quantitäten von Wasserstoffgas, die einem Stickstoffgas etwa beigemischt wurden, zu erkennen, und das Volumen desselben genau zu bestimmen.

Wollte man das so eben Angegebene auch auf die Phänomene bei dem Gebrauche des *Phosphor-Sauerstoffmessers* anwenden, so würde man sich ohne Zweifel irren; denn die Erfahrungen des Hrn. von Humboldt's, und meine eignen, machen es, wie schon oben angeführt wurde, sehr wahrscheinlich, daß der Phosphor wegen mancherlei Bindungen und Verunreinigungen schon vor der gänzlichen Zerlegung der atmosphärischen Luft aufhöre, auf das Sauerstoffgas zu wirken. Inzwischen dürfte auch hier vielleicht mehr Sauerstoffgas zerlegt werden, als uns die Absorptions-Röhre wirklich anzeigt, indem nämlich die entstandene gasförmige phosphorige Säure, so wie die aufgelösten und im Gas schwebenden Phosphortheilchen, den Rückstand des Gas wohl um einige Hunderttheilchen vermehren können.

Diese und ähnliche *Raisonnements* lassen sich meines Erachtens auch in Rücksicht der sichern Anwendung anderer Körper zur Erforschung des wah-

ren Sauerstoffgas-Gehalts der Atmosphäre mit mehr oder weniger Grunde anwenden, so dafs ich, aufrichtig zu gestehen, so lange kein völliges Zutrauen zu irgend einer Art von angeblich auch sehr genauen Sauerstoffmessern, selbst das Fontanasche nicht ausgenommen, haben kann, bis die oben angezeigten Zweifel auf eine befriedigende Art gelöst seyn werden.

Dennoch bleiben uns, dieser Unvollkommenheit ungeachtet, die Sauerstoffmesser immer von entschiedenem Werthe, da man dadurch doch in den gewöhnlichsten Fällen wenigstens so viel erforschen kann, ob in einem Gas wirklich Sauerstoffgas, im freien Zustande, enthalten sey, wenn sich auch schon die Quantität nicht ganz genau bestimmen läßt.*)

*) Man vergleiche hiermit *Annalen der Physik*, V, 341, und VI, 414 und 414. d. H.

VII.

BEMERKUNGEN

zu *Hrn. Hofrath Voigt's Hypothese über die Ursache der Rotation der Planeten.*

Die beiden Hypothesen, mit deren genauerer Betrachtung ich mich hier beschäftigen werde, sind von *Hrn. Hofrath Voigt* in Jena, die eine in seinem *Lehrbuche der populären Sternkunde*, die andere in seinem *Magazine für den neuesten Zustand der Naturkunde*, B. 1, St. 4, S. 130, vorgetragen. Da *Herr Voigt* jene schon selbst aufgegeben, und dagegen die zweite angenommen hat; so könnte ich vielleicht der Mühe, von jener etwas zu erwähnen, ganz überhoben seyn: aber wenn man bedenkt, daß unrichtige Sätze und Meinungen gerade am meisten Schaden stiften, wenn sie in populären Schriften vorgetragen werden; so wird man mir ein kleines Verweilen bei jener Hypothese verzeihen.

Herr Voigt glaubte nämlich, daß der Stofs, den die Sonnenstrahlen auf die Oberfläche der Erde ausüben, eine Rotation zu bewirken im Stande sey, indem nicht alle Sonnenstrahlen ganz gleiche Geschwindigkeit hätten, sondern die Strahlen des einen Randes, wegen der mit ihrer Richtung übereinstimmenden Umdrehung der Sonne um ihre Achse, sich schneller bewegten, als die des entgegengesetzten Randes, deren Geschwindigkeit durch die ihrer

Richtung

Richtung gerade entgegengesetzte Bewegung der Sonnenoberfläche etwas vermindert werde. — Ich will mich nicht bei der Frage aufhalten, ob der hierdurch verursachte Unterschied der Geschwindigkeiten, der sich zur Geschwindigkeit des Lichts etwa wie 1 : 50000 bis 60000 verhalten möchte, eine so beträchtliche Rotation zu bewirken im Stande sey; sondern nur auf folgendes aufmerksam machen. In Fig. 3, Taf. III, stellt *abc* die Sonne, *def* die Erde vor, und die Sonne drehe sich nach der Richtung *abc*; so empfängt ja der Punkt *d* der Erde nicht bloß die schnellen von *a* ausgehenden Strahlen, sondern auch die langsamen von *c* ausgehenden; und eben so bekommt der Punkt *f* nicht bloß langsame aus *c*, sondern auch schnelle aus *a*. — Die Wirkung der Sonnenstrahlen kann also gar nicht den erwarteten Effect hervorbringen, wenn man auch den supponirten Unterschied der Geschwindigkeit wollte gelten lassen.

Doch Herr Voigt selbst hat mit einer Offenheit, die ihm Ehre macht, bekannt, daß die Zweifel gegen diese Erklärungsart ihm selbst nicht unwichtig schienen, und daher seinen Gedanken eine andere Wendung gegeben, oder — eine neue Hypothese erdacht, wo alles bloß aus der durch die Sonnenwärme erregten Ausdünstung erklärt werden soll. Bei diesem Prozesse der Ausdünstung, sagt er, geschehe wesentlich eben das, was bei der Explosion z. B. einer Rakete geschieht, und durch diese Explosion entstehe ein Druck nach der entge-

gengesetzten Richtung. — Recht gut! — mag auch einigen die Vergleichung etwas stark scheinen, das thut der Hauptsache keinen Schaden; die Erfahrungen, an die Herr Voigt hier erinnert, sind bekannt, z. B. das Zurückrollen der Kanonen beim Schusse, die Bewegung des Segnerschen Wafferrades, u. d. Ausser diesen erzählt Herr Voigt noch einige Erfahrungen von den Rotationen der Kampherkörnchen, die man auf kaltem Wasser schwimmen läßt. *) Aber hier dachte er offenbar nicht an einen sehr wichtigen Unterschied zwischen den Kampherkörnchen und der Erde. Bei jenen nämlich ist es eine nothwendige Bedingung, daß die Körnchen recht viele und recht scharfe Spitzen haben müssen, wenn der Versuch gelingen soll, (wie Herr Voigt selbst bemerkt,) da hingegen die Erde ganz rund ist, wenigstens an den Stellen rund, wo die Ausdünstung oder die Explosion am stärksten ist. Warum gelingt der Versuch mit dem Kampher nicht, wenn die Körnchen rund sind? Nicht bloß deswegen, weil die Spitzen sich eher in der Luft verflüchtigen, sondern vorzüglich, weil der von der Verflüchtigung herrührende Druck nunmehr central ist, das heißt:

*) Ich bemerke hierbei, daß Herr Voigt die Verbindung der fortschreitenden Bewegung mit der Achsendrehung *Rotation* nennt: wenn ich nicht sehr irre, so nennen andere Astronomen und Mechaniker jede Achsendrehung, *Rotation*, sie mag mit einer fortschreitenden Bewegung verbunden seyn oder nicht. — Dies beiläufig! B.

durch den Mittelpunkt des Körpers geht. Und gerade so ist es bei der Erde! — Hr. Voigt sagt selbst, der Druck entstehe nach der der Explosion entgegengesetzten Richtung: nun geschieht die Ausdünstung des Meeres doch wohl nicht schief, sondern gerade aufwärts, folglich hat Herr Voigt selbst gesagt, daß bloß ein centraler Druck daraus entstehen kann. Sollte aber Herr Voigt behaupten wollen, die Richtung der Ausdünstung gehe gegen die Sonne zu, so erinnere ich vorläufig, daß jeder, dem die Lehre von Zerlegung der Kräfte nur etwas geläufig ist, einsehen wird, daß gleichwohl auch hieraus nur ein gegen den Mittelpunkt der Erde gerichteter Druck auf die Oberfläche des Meeres entstehen kann.

Ich hoffe, daß Hrn. Voigt diese Gründe wichtig genug vorkommen werden, um diese Hypothese zu verlassen, ich hätte daher vielleicht nicht einmal nöthig, noch etwas von der aus dieser Rotation entstehenden fortrückenden Bewegung zu sagen. Doch, da sich auch hier einige Bemerkungen darbieten, an die Herr Voigt nicht gedacht hat; so ist es vielleicht nicht ganz verlohrene Arbeit, wenn ich etwas davon mittheile: — vielleicht dient es, Hrn. Voigt bei einer dritten Hypothese vor einem oder andern Irrthume zu sichern.

Herr Voigt setzt nämlich seine Schlüsse etwa so fort: Aus dieser Achsenumdrehung muß nun auch nothwendig zugleich eine fortschreitende Bewegung entstehen: denn an der Seite der Erde, wo es Nacht

ist, oder wo die Sonne gerade aufgeht, ist die Atmosphäre durch die Kühle der Nacht beträchtlich zusammengezogen, und es giebt also hier einen solchen Anhaltepunkt, um welchen sich der Erdball drehen kann, wie es die Billard-Kugeln bei rauhen Stellen des Ueberzugs der Billard-Tafel thun. Dieser Anhaltepunkt, um welchen die drehende Bewegung, wie um das Hypomochlium eines einarmigen Hebels geschieht, ändert zwar jeden Augenblick seine Stelle, liegt aber beständig in einer solchen Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, daß eine Peripherie, die mit diesem Abstände als einem Halbmesser beschrieben würde, beinahe 366 $\frac{1}{4}$ mal genommen die GröÙe der Bahn giebt, welche die Erde in Jahresfrist um die Sonne beschreibt.“ — Das Bisherige sind fast ganz Herrn Voigt's eigene Worte. Da die Peripherie, von der Herr Voigt am Ende der hier abgeschriebnen Stelle spricht, sich zum Umfange der Erdbahn verhalten soll, wie 1 : 366 $\frac{1}{4}$, so müssen auch die Radii dieser beiden Kreise, (denn die Erdbahn darf ich in diesem Augenblicke als Kreis betrachten,) sich eben so verhalten.

Nun ist, nach Kästner, *angew. Math.*, B. 2, S. 273, die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde = 23708 Halbmessern der Erde, folglich die Entfernung jenes Anhaltepunkts vom Mittelpunkte der Erde = $\frac{23708}{366\frac{1}{4}}$ = 65 Halbmessern der Erde; dieser Anhaltepunkt liegt also noch ein wenig jenseits des Mondes, wo keine Zusammenziehung der

Atmosphäre mehr entstehen kann, weil es dort keine mehr giebt.

Endlich wendet Herr Voigt noch die Ausdünstung zu Erklärung der Excentricität der Erdbahn an. Da nämlich auf der südlichen Halbkugel der Erde mehr Wasser ist, als auf der nördlichen, so ist die Ausdünstung dort grösser, wenn die Sonne im Steinbocke steht, als bei uns, wenn sie im Krebs steht: während des Sommers der südlichen Halbkugel nimmt also das Volumen der Erde und ihrer Atmosphäre zu, obgleich die Masse dieselbe bleibt: schwimmt nun die Erde, sagt Herr Voigt, in der Sonnen-Atmosphäre und gravitirt gegen die Sonne, wie etwa ein in der Erd-Atmosphäre schwimmender Aërostat gegen die Erde gravitirt; so muß sie auch, wie dieser, anfangen aufzusteigen, oder sich von der Erde zu entfernen, so bald sie specifisch leichter wird. Bei der Erde findet nun das gerade statt, daß sie sich vom Winter-Solstitio an, wo sie, nach Hrn. Voigt, etwa ihr größtes Volumen erreicht haben muß, von der Sonne entfernt. Schon diese Erfahrung selbst streitet gegen Hrn. Voigt; denn allem Anscheine nach mußte das Aufsteigen schon viel früher anfangen; ferner mußte, nach diesen Principien, des Jupiters Bahn sehr wenig excentrisch seyn, weil es auf demselben fast gar keinen Wechsel von Sommer und Winter giebt, und doch weicht sie mehr vom Kreise ab, als die Erdbahn. — Aber auch dieses bei Seite gesetzt; so ist doch vor allen Dingen zu fragen: Schwimmt denn auch wirklich

die Erde so in der Sonnen-Atmosphäre, wie ein Aerostat in der Erd-Atmosphäre? — Antw. Ganz gewiss nicht: wenigstens giebt es noch keine einzige Erfahrung, die schliessen liesse, daß sich die Planeten in einem Fluido bewegen, und sicherlich in keinem, dessen specifische Schwere der specifischen Schwere des Erdkörpers gleich ist: wäre dies der Fall, so würde die Erde, wenn es irgend erlaubt ist, nach einer sehr überzeugenden Analogie zu schliessen, bei ihrer Bewegung einen sehr großen Widerstand leiden, und schwerlich möchte die Ausdünstung dagegen genug fortschieben können!

Es würde Zeitverlust seyn, mehr hierüber zu sagen: ich habe mich bemüht, mit ganz simplen, selbst Anfängern faßlichen Gründen die Meinungen des Herrn Hofraths zu widerlegen, und halte mich überzeugt, daß er sich mit mir darüber freuen wird, wenn diese Erinnerungen etwas dazu beitragen, Anfänger vor Irrthümern zu warnen.

Nur noch eine Bemerkung. Herr Voigt sagt, er vermeide allen Schein einer Hypothese, und stütze sich bloß auf Thatfachen. — Sind es denn Thatfachen, daß die Erde in einem mit ihr selbst gleich dichten Fluido schwimmt, und daß die Erde sich an ihrer Atmosphäre reibt, wie das Wagenrad am Gassenpflaster? Wenn diese Hypothese auf Thatfachen beruht; so liesse sich eben das auch von den Cartesianschen Wirbeln behaupten; denn auch auf diese leiteten Erscheinungen und richtig beobachtete Thatfachen.

H. W. B. Z. H.

VIII.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

I. Von Herrn Professor KRAMP.

Köln den 3ten Vendemiaire. IX.

— Bei meinem täglichen Umgange mit Chemie und Experimental-Physik, (Medicin habe ich seit mehrern Jahren ganz auf die Seite gelegt, und auch Mathematik ist meine Lieblingswissenschaft nicht mehr,) fehlt es mir nie an Gelegenheit zu reichhaltigen Beobachtungen; und es gereicht mir zum Vortheile, daß ich theils durch den schönen Vorrath physikalischer Apparate, die auf unserm Kabinete befindlich sind, theils durch einige hiesige Künstler von vorzüglichem Talente unterstützt bin, mit deren Erfindung sowohl als praktischer Ausarbeitung ich alle Ursache habe zufrieden zu seyn. *) —

*) Herr Dr. Kramp, der schon seit lange durch seine Geschichte der Aerostatik als einer unser vorzüglichsten mathematischen Physiker bekannt ist, und noch kürzlich durch seine wichtige *Analyse des Refractions astronomiques et terrestres* sich als solcher rühmlichst ausgezeichnet hat, steht seit Ende des Jahres 1798 an der Central-Schule zu Köln, wo er zuerst die Professur der Mathematik, dann statt ihrer die Professur der Physik und Chemie über-

Ich denke mit einigen wirklich wichtigen Bemerkungen über *Electricität* und *Magnetismus* den Anfang zu machen, sobald die Apparate fertig seyn werden, die ich deshalb machen lasse.

Das *Manometer*, das Sie in Hindenburg's *Archiv*, Heft 10, haben beschrieben gesehen, *) habe ich seitdem ganz abgeändert. Allein selbst dieses abgeänderte und sehr vervollkommnete Manometer hat immer noch einen wesentlichen Fehler: und dieser ist eine ganz natürliche Folge des Grundsatzes, worauf es beruht. Nämlich: es ist nach

nahm, und war zugleich so glücklich, diese Lehranstalt zum Ankaufe des vorzüglichen und sehr vollständigen physikalischen Kabinetts des Professor Schurer's zu Strasburg zu bewegen, eines Mannes, der Physik und Mathematik, nach Herrn Kramp's Zeugniß, (Hindenburg's *Archiv*, H. 10, S. 131,) in hohem Grade mit einander zu verbinden wußte, und in dessen Kabinet der elektrische Apparat, die Magneten-Sammlung, der Apparat für Luftarten, und alles zum physisch-chemischen Laboratorio mehr als vollständig ist. Auch besaß Kölln schon mehrere andere große und schätzbare physikalische und astronomische Instrumente.

d. H.

*) Es war, wie Herr Kramp sagt, ein Nicholson'sches Areometer, auf den Fall angewendet, wenn der Körper, dessen specifische Schwere erforscht werden soll, die äußere Luft ist, und empfahl sich dadurch, daß es den Beobachter der großen Weitläufigkeit, die Luft zu wägen, zu überheben schien.

d. H.

meinen Versuchen die Luft ausdehnbarer als das Wasser, in dem Verhältnisse von, (nach einer Mittelzahl,) 1 : 19. Dagegen aber ist das Wasser schwerer als die Luft, in dem Verhältnisse von ungefähr 780 : 1. Es folgt also, daß an dem Steigen und Fallen meines sonst sehr empfindlichen Manometers die verschiedene Temperatur des Wassers ungefähr vierzigmal mehr Antheil hat, als die veränderliche Schwere der Luft, und dies ist für mich ein sehr großer Grund, Ihnen dieses Manometer nicht zu empfehlen. Meine Versuche über die *specifische Federkraft der Luft* mache ich jetzt auf eine ganz andere Art. Auf unserm Kabinete befindet sich eine zu diesem Versuche bestimmte, und deshalb mit einem Hahne versehene gläserne Kugel, von etwa 400 Kubikzoll körperlichem Inhalte: auch sind wir mit mehrern ungemein empfindlichen Wagen versehen. Diese Kugel wird nun einigemahl des Tages rein ausgepumpt, der Verlust des Gewichts angemerkt, die Barometerhöhe durch diesen dividirt, und so die specifische Federkraft sehr genau gefunden. Ich werde Ihnen die Resultate dieser Versuche zuschicken, sobald sie denjenigen Grad der Vollständigkeit werden erhalten haben, der sie einer öffentlichen Bekanntmachung würdig macht.

Eine *Bouffole d'Inclinaison* habe ich so eben von dem Künstler erhalten, die vor allen bisherigen große Vorzüge haben, und, wie ich hoffe, in den künftigen physikalischen Sammlungen eine sehr wesentliche Stelle behaupten wird. Die vorzüglichste

Abſicht dabei iſt, ſehr genau die Neigung der Magnetnadel auch alſdann zu kennen, wenn ſie auſſer dem magnetiſchen Meridiane liegt. Zwiſchen dem Winkel, den die Nadel mit dem Meridiane macht, und der Neigung, die dazu gehört, muß nothwendig ein gewiſſes beſtändiges Geſetz ſtatt haben, das die Phyſik biſher noch nicht kannte, und das gleichwohl zu kennen ſehr weſentlich ſeyn wird. Die Nadel hat etwa 20 pariſ. Zoll in der Länge: und es iſt eine Vorrichtung angebracht, wodurch die Friction in der Achſe im Verhältniſſe von 1 : 1000 vermindert wird.

2. Von Herrn C. W. Bückmann.

Carlsruhe, November 1800.

Mit groſſem Intereſſe habe ich die wichtigen Nachrichten von der *galvaniſchen Electricität* in Ihren *Annalen* geſehen, und ſchon den folgenden Tag Verſuche mit 9, 24 und 60 Lagen von Zink, Laubthalern und mit Salzwaffer angefeuchtetem wollenen Zeuge angeſtellt. Die meiſten Erfahrungen der engliſchen Phyſiker fand ich beſtätigt. Ungeachtet ich die ſich entbindenden Gasbläschen an jedem Golddrahte mit groſſer Vorſicht einzeln auffing, ſo fand ich doch weder das Waſſerſtoffgas rein von Sauerſtoffgas, noch umgekehrt das Sauerſtoffgas rein von Waſſerſtoffgas oder Stickſtoffgas: das Verhältniß des Sauerſtoffgas zum Waſſerſtoffgas war

fast wie 1 : 3. *) Wenn ich 6 oder 12 Schalen, mit Wasser gefüllt, isolirte, und durch Golddrähte

*) Besteht das Wasser aus 0,15 Theilen Wasserstoff, und 0,85 Theilen Sauerstoff, so sind beide Gasarten dem Gewichte nach, in diesem Verhältnisse zu vereinigen, um Wasser zu bilden. In den Versuchen kann man sich jedoch nur an das Volumen der erzeugten Gasarten, nicht an ihr Gewicht halten. Dividirt man das absolute Gewicht derselben durch das specifische, so erhält man das Verhältnisse der Voluminum. Das Wasserstoffgas kommt aber bekanntlich nach seiner Reinheit von einem sehr verschiedenen spec. Gew. vor, und beide Gasarten dehnen sich durch Wärme, besonders wenn sie feucht sind, nach ausnehmend verschiedenen Verhältnissen aus. (*Gren's neues Journal der Physik*, IV, 397.) Die Bestimmung des Verhältnisses der Voluminum, wonach beide Gasarten zu mischen sind, um sich ganz zu Wasser zu vereinigen, ist daher, besonders bei unbekannter Temperatur derselben, gar misslich. Wiegt bei 10° R. ein parisi. Duodecimal-Kubikzoll Sauerstoffgas 0,507, und Wasserstoffgas 0,035 französ. Grän; so müßten beide Gasarten dem Volumen nach im Verhältnisse von 423 : 168 stehen, und auf 2,52 Theile ganz reines Wasserstoffgas, 1 Theil ganz reines Sauerstoffgas kommen, um Wasser zu geben. Nach Davy's Versuchen, (*Annalen*, 1800, VII, 119,) entwickelten sich durch Galvanisiren aus lange gekochtem noch heißem Wasser 57 Maafs ganz reines Wasserstoffgas, und 27 Maafs reines Sauerstoffgas, beide also im Verhältnisse von 2,11 : 1, und im Versuche S. 117 entwickelten sich 65 Maafs reines Wasserstoffgas und über 31 Maafs reines

so verband, daß in die erste der Draht von der Zinkplatte, in die letzte aber der von der Silber-

Sauerstoffgas, beide also im Verhältnisse von 2,1 : 1; womit man die Anmerkung S. 93 vergleiche.

Da es wichtig ist, hierüber ganz aufs Reine zu kommen, so empfehle ich denen, die in Versuchen dieser Art geübt sind, folgenden Hauptversuch. Man nehme zwei etwa 1 Zoll weite Röhren, und schmelze sie an dem einen Ende um ein kleines Thermometer, und um einen oder mehrere Platin- oder Golddrähte zu, so daß die Thermometer-Kugel innerhalb der Röhre hänge, und die Drahtspitzen gehörig weit noch unter sie herabgehn. In die für das Wasserstoffgas bestimmte Röhre giesse man 2 Kubikzoll Wasser, und ziehe sie von da ab, bis wohin dieses reicht, conisch aus, so daß sie sich in eine engere, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weite Röhre endigt. Mit der für das Sauerstoffgas bestimmten verfahre man eben so, da, wo 1 Kubikzoll Wasser sich darin endigt. — Dann graduire man beide Röhren mittelst hineingegossnen Quecksilbers oder Wassers in ihrer Verengerung, von Kubiklinie zu Kubiklinie, fülle sie, nach Davy's Art, mit noch heißem Wasser, das 8 Stunden lang gekocht hat, und stürze jede umgekehrt in ein besonderes Glasgefäß mit demselben Wasser, welches zuvor auf das genaueste gewogen ist. Man wiege dann wieder die Gefäße und die darin stehenden Röhren voll Wasser; so hat man das Gewicht dieser letztern. Gießt man dann, um das Verdünsten und Erkalten des Wassers im Gefäße zu verhüten, etwas Oehl darüber, setzt die Platindrähte der Röhren mit den Enden der Säulen, und ihre offnen

platte ging; so entband sich in jeder einzelnen Schale an einer Drahtspitze Sauerstoffgas, an der andern Wasserstoffgas. Gesah die Verbindung der einzelnen Schalen durch eiserne Drähte, so ward an dem einen Ende Wasserstoffgas entbunden, und an andern erschien bald ein gelbes Eisenoxyd.

Besonders auffallend war mir unter andern der Geruch nach Salpetersäure in der Nähe der Golddrähte, und über dem Sperrwasser in der Glasschale. Dieser Geruch war so auffallend, daß Personen, die ich dazu führte, ihn unerträglich fanden, und ihn auf mein Befragen mit dem der salpetrigen Säure einstimmig verglichen. Wird vielleicht durch diese Art von Electricität, welche an dem Drahte hinströmt, die umgebende atmosphärische Luft

mit einander durch thierische Fiber in Verbindung; und läßt sie dort so lange, bis beide Röhren sich bis in den verengten Theil derselben mit Luft gefüllt haben; (und wenigstens einer der Drähte muß tiefer hinabgehn;) verschließt dann die Enden der Röhren durch genau passende Deckel oder Stöpsel von bekanntem Gewichte, unter Wasser, aufs genaueste; und wiegt die hinausgenommene Röhre wieder sorgfältig: so erhält man außer dem Volumen auch das absolute, mithin auch das specifische Gewicht beider entwickelten Gasarten, bei einem gegebenen Thermometer- und Barometerstande. Und das wäre, wenn zugleich eudiometrische Versuche ihre Reinheit bewährt hätten, ein für Physik und Chemie sehr wichtiges Datum.

leichter, als sonst gewöhnlich, in Salpetersäure umgewandelt? Es kömmt indessen jener Geruch nicht immer zum Vorschein, und ich bin wirklich beschäftigt, um die dazu nöthigen Bedingungen aufzufuchen. *)

Wenn ich den Golddraht nicht an das Silberstück anhing, sondern darunter legte, so fand ich die Oberfläche des Silbers öfters ganz schwarzbraun oxydirt, keines der übrigen Stücke war so gefärbt. — Werden die beiden Golddrähte in 2 verschiedene Glasschalen mit Salzwasser geleitet, so empfindet man bei dem Eintauchen der Finger unangenehme Schläge; umwickelt man die Ohren mit Draht, befeuchtet sie mit Salzwasser, und taucht dann die Drahtspitzen in jene Schalen, so wird einem schwindlig, und man sieht die schönsten elektrischen Blitze. Aehnliche Erscheinungen kann man in den Augen hervorbringen. Taucht man

*) Eine interessante Bestätigung der Meinung Cruickshank's. Vergl. *Annal.*, 1801, VII, 109. Sollte nicht, um auszumachen, ob sich wirklich beim Wasserzersetzen um den Draht des Zinks Salpetersäure, um den Draht des Silbers Ammoniak bildet, wie Cruickshank vermuthet, der beste Weg der seyn, daß man den Platin- oder Golddraht von der Zinkseite in eine Röhre voll liquidem Kali, den von der Silberseite in eine Röhre voll Salzsäure sich endigen liesse, beide durch thierische Fiber verbinde, und nun sehe, ob in ersterer Salpeter, in letzterer Salmiak anschiesse. d. H.

einen Finger in die eine Schale, in die andere eine Zinkstange, und berührt diese mit den nassen Lippen oder mit der Zunge, so empfindet man unerträgliche Schmerzen, man sieht Licht, und glaubt, die Zunge werde einem durchbohrt. — Diese Erfahrungen stellte ich mit einer Batterie von 60 Lagen an. Ich könnte Ihnen noch mancherlei sonderbare Effecte beschreiben! Nächstens mehr.

3. Von Herrn Professor C. W. Pfaff, *)

Kiel den 31sten December 1800.

Die merkwürdigen Versuche der englischen Beobachter, (*Annalen der Physik*, B. VI, St. 3, S. 340 fg.) und des genievollen Ritter's, des würdigen Repräsentanten des Galvanismus in Deutschland, (*Voigt's Magazin*, B. II, St. 11, S. 356,) **)

*) Diese vorläufige Nachricht von den galvanischen Versuchen mit der Voltaischen Batterie, welche Herr Prof. Pfaff, (bekanntlich einer der Hauptschriftsteller über den Galvanismus nach seinem bisherigen Gebiete,) mit so vieler Einsicht und so vielem Glücke angestellt hat, erhalte ich beim Schlusse dieses Stücks, und läume, bei ihrem nahen Zusammenhange mit den in Aufsatz II und III behandelten Materien, nicht, sie hier noch einzurücken.

d. H.

**) Noch genügender und fortgesetzt erhält sie der Leser in Stück 3 oder 4 dieses Bandes der *Annalen*.

d. H.

mussten auch meine ganze Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Ich liess mir meinen Apparat ganz nach der Vorschrift des Hrn. Hofraths Voigt verfertigen. *) Bis jetzt besteht er nur aus 60 Zinkplatten, er zeigt mir jedoch alle die Erscheinungen, die von andern Physikern beobachtet worden sind, in auffallendem Grade. Meine ersten Versuche gingen vorzüglich dahin, die *Analogie mit der Electricität in ihrem ganzen Umfange auszumitteln.* **) In dieser Hinsicht habe ich etwas verschiedene Resultate von den Jenaischen Observatoren erhalten, indem ich da Aehnlichkeit entdeckte, wo sie Diverſität hinausbrachten.

Mit ihrer 60 Platten starken Batterie gelang es ihnen nicht, *Funken* zu erhalten; mir *gelingt es schon mit einer Batterie von 20, ja von 15 Platten*, deren Oberfläche nicht gröfser als die von ihnen angegebene ist. Mein Verfahren dabei wurde durch die Analogie mit der Electricität geleitet. Ich heftete an den Draht, der mit dem obern Zinke in Verbindung ist, ein feines Goldblättchen, (gleichsam die feinste Spitze, die man sich verschaffen kann,) und näherte demselben vorsichtig den Draht, der mit dem untern Silber in Verbindung stand, und nun

er-

*) Vergl. oben S. 163, Anmerkung. d. H.

**) Ein wichtiger Gesichtspunkt, um den es schade wäre, wenn die Physiker ihn über den chemischen Anwendungen der Säule aus den Augen verlöhren.

d. H.

erhielt ich kleine Funken von einem *glänzend weißen* Lichte, die bei voller Stärke der Batterie mit einem schwachen Knistern begleitet, aber auch bei 20 Zinkplatten schon sehr sichtbar waren. Ein anderes Verfahren, sehr *lebhaft* Funken zu erhalten, besteht darin, daß man die beiden Drähte am Lichte schwarz macht und gleichsam mit einem feinen Kohlenstaube überzieht. Die Kohlentheilchen wirken als die feinsten Spitzen, und der schwarze Grund macht das Licht glänzender. Bei diesen Versuchen bemerkte ich nicht selten, wenn ich den Draht dem Goldblättchen näherte, eine *Anziehung* dieses letztern, und eben so eine Aufrichtung der Kohlenstäubchen. *) Einmahl glaubte ich ein Leuchten an der Säule der Metallplatten selbst zu bemerken. **)

Eine fernere Analogie, die ich zwischen dem Galvanismus und der Electricität bemerkte, ist ein gleiches Verhältniß beider gegen verschiedene Körper in Rücksicht auf ihre *Durchleitung* oder *Nichtdurchleitung* durch dieselben. Ritter behauptet, (S. 366 der angeführten Schrift,) ***) daß *glühendes*

*) Sollte dieses, bisher noch nicht wahrgenommene, electrische Anziehen, vielleicht als Beweis einer gewissen Schlagweite dieser Funken, die sich denen zu nähern scheinen, welche ich aus dünnen Drähten erhielt, gelten dürfen? d. H.

**) Vergl. S. 161 und 167. d. H.

***) Vergl. auch *Annalen*, VI, 471. d. H.

Glas in einer Schicht von einer Linie, ja bloß von $\frac{1}{4}$ Linie die Wirkung der galvanischen Batterie ihm auf keine merkliche Art habe leiten wollen. Meine Versuche gaben mir ein verschiednes Resultat. Ich steckte die zwei Drähte, (den Draht des Silbers und des Zinks,) in eine Glasröhre, so daß sie zwei volle Linien von einander entfernt waren. Schloß ich nun die Kette mit meinen Fingern, so fühlte ich natürlich nicht die geringste Erschütterung, denn die Kette war durch einen Theil der Glasröhre gebildet. Nun fing ich an, diese letztere zu erhitzen. Keine bemerkliche Durchleitung; aber noch wurde auch die Electricität einer schwach geladenen Leidener Flasche nicht durchgeleitet. Ich trieb die Erhitzung bis zum Glühen und anfangenden Schmelzen des Glases; nun bekam ich anhaltende empfindliche Schläge, da ich die Kette mit meinen beiden Fingern schloß; nunmehr ließ sich auch eine schwach geladene Leidener Flasche durch das glühende Stück der Glasröhre entladen. So lange das Glas glühend war und ich mit meinen Fingern die Kette geschlossen hielt, entlud sich die galvanische Batterie mit ununterbrochenen heftigen Schlägen, da sonst bei einer durch gewöhnliche Leiter gebildeten Kette, so lange dieselbe geschlossen ist, die fortdauernden unangenehmen Empfindungen nicht mehr mit Erschütterungen verglichen werden können, sondern mehr stechende Schmerzen sind, besonders in widernatürlich empfindlichen Theilen, z. B. in kleinen Hautwunden oder entzündeten Stellen der Haut. —

Die *Flamme* leitete zwar, nach meinen bisherigen Versuchen, das galvanische Fluidum auf keine bemerkliche Weise; merkwürdig ist es aber, daß ich eben so wenig eine Erschütterung empfinde, wenn ich in den Erschütterungskreis einer schwach geladenen Flasche die Flamme auch in der dünnesten Schicht aufnehme. *) — Mit Versuchen über die Leitungskraft der *verdünnten Luft* bin ich in diesem Augenblicke beschäftigt. Die Analogie mit einer schwach geladenen Leidener Flasche kann uns, glaube ich, wenigstens zum Theil in diesen Versuchen leiten.

Nach welchem Gesetze wird denn aber die Electricität, (wenn es anders Electricität ist, was ich auf keine Weise apodictisch behaupten will,) in diesen Versuchen entwickelt? Ohne Zweifel durch einen *chemischen Prozeß*; denn die Flüssigkeit, mit welcher die Pappe befeuchtet ist, hat auf den Erfolg der Versuche den auffallendsten Einfluß. Eine gesättigte Auflösung von Kochsalz habe ich bis jetzt am wirksamsten gefunden; viel weniger wirksam eine Auflösung von vegetabilischem oder Mineral-Alkali. Mit Säuren; z. B. Essig, habe ich noch keine Versuche gemacht. Ich vermuthe aber zum vor-

*) Man vergl. hiermit Aldini's Versuche, *Annal.* IV, 419, und von Arnim's Bemerkungen, *Annalen*, V, 469. d. H.

aus, daß sie weniger wirksam sind.*) Ich stelle mir vor, daß die Alkalien das — enthalten, und in vorzüglicher Menge hergeben, Säuren das +, und Neutralsalze, (die bekanntlich in diesen Versuchen zersetzt werden,) das + —. Werden, bloß Alkalien angewandt, so muß das Wasser der Auflösung das + hergeben, das eine Säure reichlicher und leichter hergeben würde; und so muß bei Anwendung der Säure das Wasser das fehlende — liefern. Neutral- und Mittelsalze sind im Grunde wie das Wasser eine Vereinigung von + —, nur auf eine etwas verschiedene Art.

Merkwürdig ist es, daß die Erschütterungen so auffallend lebhafter werden, wenn die die obere *Zink-* und untere *Silberplatte* berührenden Finger, mit einer *Auflösung von Kochsalz*, als wenn sie mit jeder andern Flüssigkeit befeuchtet sind.**). Die Empfindung, welche der den obern Zink berührende Finger erhält, ist wenigstens *dem Grade nach* verschieden von der Empfindung, welche der Finger, der das untere Silber berührt, erhält; sie verhalten sich ungefähr zu einander, wie der positive und negative Funken. Letzterer ist bekanntlich mehr erschütternd und unangenehmer, und so wird

*) Dieses war wenigstens mit verdünnter Salzsäure in meinen Versuchen nicht der Fall, s. S. 175. Doch scheint für die hier aufgestellte Hypothese die Bemerkung S. 176, 4, desto mehr zu sprechen. d. H.

**) Vergl. S. 179.

auch der Silberfinger unangenehm, und mit einem heftigern Schlage afficirt. *) Bleibt die Kette lange geschlossen, so scheint in diesem Finger allmählig ein Gefühl von Kälte zu entstehen; das Thermometer habe ich noch nicht gebraucht, um zu untersuchen, ob wirkliche Kälte eintritt. Wenn ich mehrere Finger benetze, und z. B. nur mit dem Mittelfinger den obern Zink berühre, so wird auch der Zeigefinger, wenn er in Berührung mit dem Mittelfinger, (jedoch nicht mit dem Zinke selbst,) kommt, schmerzhaft afficirt. **)

Ich bin gegenwärtig beschäftigt, durch einen eignen Apparat zwei Portionen Wassers, die eine gänzlich in Wasserstoffgas, die andere gänzlich in Sauerstoffgas zu verwandeln, wobei ich Ritter's sinnreiches Verfahren zum Grunde gelegt habe.

Noch bemerke ich, daß ich bei Entladung einer schwach geladenen Leidener Flasche durch das Auge durchaus nichts von einer Blitzerscheinung bemerken konnte. Dagegen habe ich Ritter's schöne Versuche über den positiven und negativen Lichtzustand, so wie über die Farben, vollkommen bestätigt gefunden.

Diese schöne Entdeckung der galvanischen Batterie muß noch die herrlichsten Früchte tragen, und ich möchte mit Zuverlässigkeit voraussagen, daß auch die leidende Menschheit eines der wohlthätig-

*) Vergl. S. 180.

d. H.

**) Vergl. S. 181.

d. H.

sten und wirksamsten Heilmittel an derselben erhalten werde.

4. *Von Herrn Hebebrand,*
gräflich-ysenburgischem Regierungsrathe.

Büdingen den 5ten Januar 1801.

Es wird Ihnen nicht unangenehm seyn, wenn ich Ihnen den Erfolg einiger Versuche bekannt mache, welche ich mit der *Volta'schen Metallbatterie* angestellt habe. Ich bediene mich dazu zweier schwacher *Messingdrähte*, (starker Klaviersaiten.) Sie sind, zum isolirten Anfassen, in dünne Glasröhren von etwa 4" Länge gekittet, und an dem einen Ende mit einer feinen Schlinge, am andern mit einem angelötheten Messingknöpfchen versehen, welches mit der Saite etwa 5" aus der Röhre hervorgeht. Diese Vorrichtung ist bequem, um auf allen Punkten des Gesichts die Kette zu schließen. Ich bezeichne den einen Zink einzuhängenden Klavierdraht mit *a*, und den an das Silber mit *b*. Ferner gebrauche ich ein dünnes *Messingstäbchen* mit einem Knopfe an beiden Enden, das ich *B* nennen will, weil ich gewöhnlich den Haken des Silbers damit berühre. Die Säule besteht aus 50 Lagen *S* und *Z*, welche mittelst der Scheiben von dem feinsten wollenen Tuche in die möglichst genaue Berührung gebracht werden, nachdem solche zuvor in dem stärksten Salzwasser getränkt worden. Drei Glasstangen sind in einen hölzernen, mit einer Sie-

gellackauflösung wohl angestrichenen Fals eingekittet und halten die Säule. Mit dieser nach Verhältniß ihrer Höhe äußerst wirklichen Batterie, habe ich folgende Versuche gemacht.

1. Wenn mit *a* der Augenwinkel, und mit *B* das Silber berührt wird, so empfindet man einen heftigen Schlag bis in den Kopf, und im Auge kommt ein Lichtball zum Vorschein, der auch bei dem hellsten Tageslichte gesehen wird. Zufälliger Weise wurden durch einen einzelnen Versuch dieser Art schwer auf- und zugehende Augendeckel auf einige Tage beweglich gemacht. Vielleicht könnte bei geschwächten oder gelähmten Sehnerven durch diese Operation etwas ausgerichtet werden.

2. Wenn, anstatt *B*, der Draht *b* genommen, und alsdann *a* und *b* etwa einen franz. Zoll unter beiden Augen zur Seite auf die mit Salzwasser wohl-befeuchtete Haut angelegt werden, so entsteht ein brennender Schmerz, und das Licht vibriert bald in einem, bald in dem andern Auge, bald in beiden, so lange die Drähte auf ihrer Stelle bleiben. Es erscheinen rothe Flecken, und der Schmerz dauert noch lange nach geendigtem Versuche.

3. Etwas ähnliches erfolgt, wenn Ober- und Unterlippe von *a* und *b* in der Mitte ihres Randes berührt werden. Der Stich ist noch empfindlicher, und man fühlt, daß die Drähte stark angezogen werden und sich gleichsam stark ansaugen.

4. Man lege die mit Salzwasser angefeuchtete Spitze eines Fingers der linken Hand auf den Zink-

haken, fasse das Stäbchen *B* mit den angefeuchteten Fingern der rechten Hand, und trommle oder ziehe damit auf dem Silberhaken vor- und rückwärts, so fühlt man correspondirende Bewegungen in den Fingern, bald der einen, bald der andern Hand, oder auf beiden Händen, welche den Schwingungen einer Saite gleichen.

5. Wenn anstatt des Fingers am Zinkhaken der Draht *a* mit diesem verbunden, und entweder an eine der Lippen, oder an die Zungenspitze, oder an eine andere empfindliche Stelle des Gesichts gehalten wird, so werden hierdurch convulsivische Zuckungen erregt, die nicht lange auszuhalten sind.

6. Mit der gehörigen Behandlung und geduldigem Erwarten des sich nicht sogleich einstellenden Erfolges kann man es leicht dahin bringen, daß an einem der beiden Haken häufige *Fünkchen* zum Vorschein kommen. Sie haben ein weißes und zuweilen sehr heßglänzendes Licht, und scheinen mir eher freigewordner Lichtstoff als electriche Materie zu seyn. *) Sie folgen oft schnell auf einander; verlieren sich aber auch plötzlich, und man muß zuweilen lange warten, bis sie wieder erscheinen. Ich bediene mich hierzu des Wasserbleies und des Stäbchens *B* wechselsweise an beiden Haken. Beide müssen auf den Haken in einer bald klopfenden, bald hin und her schiebenden Bewegung gehalten werden. Die *Fünkchen* kommen sodann entweder zwischen dem Haken und dem Wasserbleie, oder

*) Meine obige Vermuthung, S. 200, Anm. d. H.

zwischen diesem und den Fingern; bisweilen, (doch selten,) auch einzeln an den Gelenken oder Spitzen der übrigen Finger, welche frei sind, bald häufiger, bald sparsamer zum Vorschein. Auch dieses scheint mir nicht auf Electricität zu deuten. *) Zuweilen zeigt sich ein blaßes Licht an dem freien Ende des Wasserbleies, oder es schießen dergleichen Strahlen seitwärts hervor. **) Alles dieses ist nicht nur in der Nähe, sondern auch in einer Entfernung von einigen Schritten vollkommen sichtbar.

Dafs vieles bei diesen Versuchen sich nach der zu- oder abnehmenden Stärke der Batterie modificirt, brauche ich wohl nicht zu erinnern. Manches läßt sich sogar besser und genauer beobachten, wenn die Batterie in ihren heftigen Wirkungen nachläßt. ***)

7. Wenn bei dem 5ten Versuche der Draht *a* so weit aus der Glasröhre hervorgeht, dafs er Schwingungen machen kann, und zwischen die beiden halbgeöffneten Lippen mit steter Hand gehalten wird, so wird derselbe wechselfeise bald von der Ober-, bald von der Unterlippe angezogen. Die Batterie mufs nur schwach wirken, welches den 3ten Tag nach ihrer Aufrichtung erfolgt.

*) Eine vielleicht folgenreiche Wahrnehmung. d. H.

**) Vermuthlich dasselbe, was sich mir als Feuerbüschel und rosenähnliche Funken zeigte, S. 166.

d. H.

***) Vergl. S. 165.

d. H.

8. In eben diesem Zustande berühre man die beiden Haken der Batterie unmittelbar mit angefeuchteten Fingern, so wird dieses nur einzelne Zuckungen verursachen. Diese folgen aber geschwinder und mit mehrerer Stärke auf einander, wenn der Silberhaken, mittelst des Stäbchens *B* in der rechten Hand, berührt wird. Dieses wäre also eine Verstärkung und hätte Aehnlichkeit mit dem ersten Leiter der Electrisir-Maschine oder der Bewaffnung eines Magnets.*)

Noch bemerke ich, daß die beiden Haken meiner Batterie anderthalb Zoll aus der Säule herausgehn. — Uebrigens ist das Resultat dieser Versuche an mir und andern so oft und lange geprüft worden, daß ich für die Richtigkeit meiner Beobachtungen stehen kann.

5. Von Herrn C. W. Böckmann.

Carlsruhe am 2ten Jan. 1801.

— Eine Menge anderer Arbeiten, so wie der Wunsch unsrer fürstlichen Familie und anderer hiesigen Naturfreunde, die interessanten Erscheinungen der *Voltaischen Batterie* zu sehen, hielten mich bisher ab, neue Versuche mit ihr anzustellen. Zu meinen neulichen Beobachtungen, (S. 244.) will ich indeß noch einige nachtragen, die wenigstens für mich ganz neu waren.

*) Vergl. S. 163 und 180.

Mit einer Batterie von 80 Lagen Zink, Silber und mit Salzwasser angefeuchtetem wollenen Tuche, die unten mit Silber anhing und sich oben mit Zink endigte und gut isolirt war, stellte ich folgende Versuche an. Ich leitete von der Zinkplatte einen Eisendraht herab in eine mit Quecksilber gefüllte Glaschale. Da ich nun einen andern Eisendraht, der mit dem Silberstücke, (einem Laubthaler,) verbunden war, mit dem Quecksilber in Berührung brachte, sah ich einen *schönen, kleinen electrischen Funken*, von *bläulich-grüner* Farbe, beinahe wie der einer kleinen schwach geladenen Verstärkungsflasche. Dieser Funke war rund, und hatte etwa 0,2 oder 0,3 Linien im Durchmesser. So oft jene Berührung erneuert wurde, erschien auch ein solcher Funke.

Da ich umgekehrt den Draht von der Silberplatte in das Quecksilber leitete, in dasselbe einen andern Draht setzte, und mit seinem Ende die oberste Zinkplatte berührte, erfolgte ein *überaus schöner Funke*, der sich vom vorigen *wesentlich* unterschied. Es war nämlich eine Art *Funkensprühen*, wie wenn mit Stahl und Stein Feuer geschlagen wird, *) oder wie im Großen das Verbrennen einer

*) Also ganz die Art von Funken, die ich an einer Säule aus 45 Lagen von so vorzüglicher Schönheit erhielt, (S. 166,) so wie die ersten, die Herr B. aus der Drahtspitze lockte, mit den S. 164 und 169, und von Hrn. Pfaff S. 249 beschriebenen, übereinzustimmen scheinen.
d. H.

Uhrfeder in reinem Sauerstoffgas. Die Farbe dieser Funken war *feuerroth*, sie strömten oft 3 bis 5 Linien weit aus, und man hörte öfters einen Art von *Knistern*. — Wenn ich recht genau von der Seite beobachtete, so sah ich öfters in dem feuerrothen Funkenströhen auch zugleich jenen kleinen bläulich-grünen Funken, den ich zuerst beschrieb. So viel ich bemerkte, erfolgte das Funkenströhen schon, als ich den Eisendraht der Zinkplatte bis auf $\frac{1}{2}$ oder 1 Linie näherte, *) und jener kleine brillantirende Funken, mit rothem Feuer umgeben, erst dann, als sich bei fortgesetzter Annäherung der Zink und der Eisendraht berührten.

Einen solchen sprühenden Funken erhielt ich aber auch an der 2ten, 3ten bis 50sten Zinkplatte von oben herab, allein er ward immer schwächer. **)

Je spitzer die Drähte sind, desto schöner werden die Funken; ***) auch darf das Eisen oder die Zinkplatte nicht oxydirt seyn.

Es scheint mir, daß vorzüglich Eisendrähte zu diesen Versuchen geschickt sind; sie gelangen mir

*) Dies würde meiner Beobachtung, S. 167, deren Genauigkeit ich mir bewußt bin, widersprechen, und wünschte ich daher von Herrn Böckmann selbst verificirt zu sehn. d. H.

**) Vergl. S. 168. d. H.

***) Ich erhielt sie nicht aus den Spitzen, sondern aus den Seiten der Drähte. Vergleiche S. 168. d. H.

wenigstens mit Messing- oder Golddraht nicht so gut. *)

Die Entstehung dieser Funken hat die grösste Aehnlichkeit mit der Entladung einer electricischen Batterie. Gleich nach dem Funken scheint die Voltaische Batterie öfters entladen zu seyn, und man muß 30 Sekunden oder 1 Minute warten, um wieder einen *schönen* Funken zu erhalten. Nach 2, 3 und mehrern Minuten Ruhe sind dieselben um so grösser und schöner. **)

Der feuerrothe Funken scheint $+$ E und der bläulich-grüne $-$ E zu seyn. ***)

Im Wasser, anstatt Quecksilber, erfolgte *kein* sichtbarer Funken: wenn ich aber Golddrähte anstatt Eisen gebrauchte, den vom Silber in eine Schale mit Wasser leitete, und den vom Zink herabgehenden allmählig in Berührung mit der Wasserfläche brachte, so sah ich, im Augenblicke der Berührung, jedesmahl eine *schaumartige Gasentbindung*; wahrscheinlich vertheilt sich die electricische Materie hier sogleich, indem sie aufs Wasser wirkt und solches vermuthlich zerlegt.

Wenn ich die beiden Golddrähte in ein Gefäß mit Wasser leitete, so erfolgte die bekannte Gasent-

*) Vergl. S. 168.

d. H.

**) Vergl. S. 170 und 171.

d. H.

***) Eine Annahme, die mir mit meinen oben beschriebnen Beobachtungen nicht zu bestehn scheint.

d. H.

bindung; so wie ich aber zwischen eine der Lagen, woraus die Batterie besteht, eine *Glascheibe* legte, hörte augenblicklich die Gasentbindung, und überhaupt die Wirkfamkeit der Voltaischen Batterie auf; sie kam aber augenblicklich wieder in Thätigkeit, als ich die Glascheibe wegnahm.

Es scheint mir indessen, daß die *Isolirung der Batterie nicht so wesentlich nothwendig* sey; oft triefte das Salzwasser an den Lagen und an dem Isolationement herab, und dennoch wirkte dieselbe fort. Ja, dies fand noch dann statt, als ich die verschiedenen Lagen mit der Hand, oder mit Metall, z. B. Zink, berührte.

Wenn ich die Golddrähte in Salzwasser leitete, war die Wirkung der galvanischen Electricität stärker als in reinem Wasser.

Am bequemsten kann man die Erschütterungsversuche u. s. w. anstellen, wenn man die Golddrähte in 2 Schalen mit reinem Wasser, besser Salzwasser, leitet. Taucht man die nassen Finger gleichzeitig in diese beiden Schalen, so erhält man ziemlich unangenehme Erschütterungen, die sich um so weiter fortpflanzen, je allgemeiner die Hand nass war. Auch die Versuche mit den Empfindungen und Lichterscheinungen, die an den Lippen, im Munde, an den Augen u. s. w. erfolgen, wenn die galvanische Kette geschlossen wird, können in jenen beiden Schalen bequem angestellt werden. Man taucht nämlich in die eine Schale den Finger, in die andere einen Zinkdraht und berührt mit dessen

Endspitze die Lippe, Zunge u. s. w. Ist auf diese Art die Kette gewissermaßen geschlossen, so sieht man öfters an den Drähten in jenen beiden Schalen die Gasentbindung beginnen.

Waren beide Golddrähte in einer mit Salzwasser gefüllten Glaschale, so ging die Gasentwicklung, so viel ich mich erinnere, nur an Einem Drahte heftig vor sich. Nahm ich die Spitze des einen Golddrahts heraus, so ward sie augenblicklich *weiß oxydirt*, oder wenigstens mit einem weissen Ueberzuge überzogen; so wie ich sie aber wieder hineintauchte, erschien sie auffallend *safrangelb*. Da ich diese Beobachtung nicht aufschrieb, so weiß ich nicht, ob es der Draht vom Zink oder der vom Silber war; jeder kann diese Erfahrung aber gleich wiederholen. — Der Golddraht ist von 22karätigem Golde; ich sah denselben zu Zeiten etwas orangegelb, oder weiß, oder schwarz oxydirt, je nachdem der Versuch in Wasser oder Salzwasser angestellt ward, u. s. w. Waren jene Drähte in der Schale mit Salzwasser, so bemerkte man einen *auffallenden Geruch*, der Aehnlichkeit mit dem der *salpetrigen Säure*, oder gewissermaßen auch mit dem der *Salzsäure*, (überfauren Salzsäure,) hatte. Die Entstehung des letztern könnte man durch eine Zerlegung des Kochsalzes erklären, indem dann die salzige Säure sich durch das an einem Drahte entstehende Sauerstoffgas in Salzsäure verwandelt; denn so viel ich mich erinnere, stieg bei diesem Geruche nur an *einem* Drahte Gas auf. — Ich mach-

te ferner die Bemerkung, daß bei dergleichen Versuchen die Golddrähte *sehr mürbe* und *zerbrechlich* werden. — Da ich nun diese Drähte nicht mehr zwischen die Laubthaler an der Batterie lege, um sie festzuhalten, sondern an kleine Häkchen hänge, so bemerke ich auch keine solche *allgemeine schwarze Oxydation* mehr an dem ersten oder letzten Silberstücke, wovon ich bereits Nachricht gegeben habe, und welches ich sonst beobachtet hatte.

Dies ist eine flüchtige Darstellung eines Theils meiner bisherigen Versuche und Erfahrungen, die ich bei nächster Muße fortzusetzen denke, und wovon ich Ihnen zu seiner Zeit umständliche Nachricht ertheilen werde. Ich wünsche sehr, daß wir bald so weit kommen möchten, um von den *wichtigen Phänomenen der Voltaischen Batterie befriedigende Erklärungen* geben zu können. — Möchten doch die Physiker zuerst einen großen Schatz von richtigen Erfahrungen über diesen, weite Ausichten für die Naturkunde eröffnenden, Gegenstand sammeln, und sich erst dann mit dem Entwurfe einer Theorie beschäftigen; wir würden gewiß dadurch am schnellsten zum gewünschten Ziele gelangen!

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, DRITTES STÜCK.

I.

*Nicht geglückte Versuche, die Salzsäure
durch Electricität zu zersetzen,*

VON

WILL. HENRY aus Manchester. *)

So lange noch einige Säuren für uns unzersetzbar sind, ist nicht nur die Lehre von der Bildung der Säuren, die einen Hauptpunkt im Systeme der neuern Chemie ausmacht, nur unvollständig bewie-

*) Ins Kurze zusammengezogen aus den *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London* for 1800, p. 188 seqq. Was die Zersetzung der Salzsäure bet. ist, so ist, wie sich aus diesem Aufsatze zeigt, Blagden's vorläufige Nachricht in einem Briefe an Berthollet in den *Annalen der Physik*, V, 459, gänzlich unrichtig, obschon sie vielleicht das zufällige Verdienst hat, Berthollet's scharfsinnige Vermuthungen über das Radikal der Salzsäure, (*Annalen der Physik*, VI, 427,) veranlaßt zu haben.

d. H.

fen, sondern auch eine Menge einzelner Facta müssen unerklärt bleiben. Mir ist auch nicht Eine Erfahrung bekannt, welche uns über die Bestandtheile der Salzsäure den mindesten Aufschluss gäbe. *) Bei Versuchen, sie zu zersetzen, kann uns daher lediglich Analogie leiten.

Die erste Sorge bei Zersetzung eines Stoffs muß dahingehn, ihn so rein als möglich, und frei von allen Beimischungen darzustellen, welche die chemische Analyse ungewiss machen könnten, obschon sich dieses selten so ganz bewerkstelligen läßt. Deshalb ist die Salzsäure im Zustande tropfbarer Flüssigkeit zur chemischen Analyse gänzlich ungeschickt; denn sie sey noch so concentrirt, so enthält sie in diesem Zustande noch immer einen beträchtlichen Antheil Wasser, welches, außer der Ungewissheit, die es in die chemische Zerlegung bringt, auch die Einwirkung brennbarer Stoffe auf die Säure verhindert, indem diese Stoffe leichter den Sauerstoff aus dem Wasser als aus den Säuren an sich ziehn. Nur in

*) Der Leser wird sich aus Berthollet's Bemerkungen über das Radikal der Salzsäure, (Annalen, VI, 437,) der von Humboldtschen und Cavendish'schen Erfahrungen von Umbildungen der Schwefelsäure und der salpetrigen Säure in Salzsäure erinnern worauf Berthollet seine Vermuthung bauet: das Radikal der Salzsäure sey eine dreifache Verbindung von Sauerstoff, wenig Wasserstoff und sehr viel mehr Stickstoff. Henry scheinen diese Erfahrungen unbekannt geblieben zu seyn. d. H.

Gasgestalt läßt sich daher die Salzsäure gehörig zerlegen, und zwar suchte ich dieses in folgenden Versuchen durch *Electricität* zu bewirken, die dabei jedem künstlichen Feuer bei weitem vorzuziehen ist. Das Gas läßt sich dabei nicht nur gänzlich sperren, jeder Umstand während des Versuchs beobachten, und das erhaltne Produkt mit dem anfänglichen Gas aufs genaueste vergleichen; sondern die *Electricität* selbst ist auch ein ausnehmend mächtiges Zersetzungsmittel, da sie, wie wir wissen, die Bestandtheile des *Wassers*, der *Salpeter-* und der *Schwefelsäure*, des *Ammoniak*s, des *Salpetergas*, und verschiedner andrer Körper, deren Bestandtheile aufs innigste vereinigt sind, von einander zu trennen vermag.

1. *Electrische Versuche mit salzsaurem Gas, und dessen Mischungen mit nicht brennbaren Gasarten.*

Das zu electrisirende Gas wurde in folgenden Versuchen stets über Queckfilber in einer geraden Glasröhre gesperrt, deren zugeschmolznes Ende mit einem Gold- oder einem Platindrahte, meistens mit letzterm, armirt war. Ich ließ Schläge, so stark sie die Röhre, ohne zu zerspringen, nur zuließ, durchgehn; aller angewandten Vorsicht ungeachtet zersprangen mir dabei viele Röhren. Ein *Maafs Gas* nimmt den Raum 1 Grans Queckfilber ein. *)

*) Vergl. Henry's electrische Versuche mit Kohlenstoff-Wasserstoffgas in den *Annalen der Physik*, II, 194.
d. H.

Nach 20 bis 30 Schlägen hatte sich das salzsaure Gas in der Röhre beträchtlich vermindert, und diese von innen mit einem weissen Niederschlage belegt, der die Durchsichtigkeit der Röhre hinderte. In einigen Versuchen waren die Raumverminderung und der Niederschlag viel beträchtlicher als in andern; besonders auffallend, wenn das gleich anfangs beim Aufgessen der Schwefelsäure auf das Kochsalz sich entbindende Gas noch warm electricirt wurde. Hiervon verminderten sich 307 Maass durch 20 Schläge bis auf 227, indess das Gas, das sich aus denselben Materialien, nachdem sie schon einige Stunden auf einander eingewirkt hatten, entwickelte, dadurch höchstens um $\frac{1}{12}$ Verminderung litt. Diese Wirkung schien mir daher von vorhandener Feuchtigkeit herzurühren, *) und in der That wurde salzsaures Gas, das ich eine Woche lang über salzsaurer Kalkerde, die nach dem Schmelzen so eben erst abgekühlt war, hatte stehen lassen, durch Electricität fast gar nicht verringert. Der Niederschlag blieb zwar nicht ganz weg, war aber viel unbedeutender. Er war nicht, gleich ätzendem Sublimat, in Wasser auflöslich, sondern hatte alle Eigenschaften des weniger gesättigten Quecksilbersalzes, Calomel. Offenbar hatte sich also das Quecksilber, womit das Gas gesperrt war, oxydirt, und

*) Auch daher, weil das zuerst sich entbindende Gas mit der atmosphärischen Luft der Gefässe am meisten vermischt ist. Siehe Versuch 6. Henry.

höchst wahrscheinlich verband sich ein Theil des Gas mit diesem Oxyd, und daher rührte die Raumverminderung. Ob aber der Sauerstoff aus dem Gas herrührte, oder aus chemisch damit verbundenem Wasser, das liefs sich nur durch Versuche erschöhen.

Versuch 1, 2. Ich liefs durch 1457 Maafs salzsaures Gas 300 electrifische Schläge gehn, und brachte dann das Gas mit Wasser in Berührung. Dieses verschluckte das Gas bis auf 100 Maafs, die sich ganz als Wasserstoffgas zeigten. — Eben so liefs ich durch 176 Maafs salzsaures Gas, das über salzsaurer Kalkerde getrocknet war, 120 Schläge gehn. Nach dem Zulassen von Wasser blieben 11 Maafs Wasserstoffgas, d. i. mehr als 6 Procent übrig. — Hieraus und aus andern Versuchen zeigte sich offenbar, dafs das salzsaure Gas über salzsaurem Kalke nicht vollkommen zu trocknen ist. — Nicht minder blieb das salzsaure Gas, welches ich aus einzeln calcinirtem und dann vermischtem Alaun und Kochsalz, aus einer Retorte in eine irdene Vorlage übertrieb, noch immer mit Feuchtigkeit geschwängert, wie es die Erzeugung von Wasserstoffgas beim Electrifiern bewies.

Versuch 3, 4. Da ich in den vorigen Versuchen bemerkt hatte, dafs die Raumverminderung des salzsauren Gas beim Electrifiern seine Gränze hat, über die es hinaus durch fernere Schläge, auch wenn man es in eine andere Röhre bringt, sich nicht weiter vermindern läfst, so schien es mir interessant

auszumachen, ob die Erzeugung des Wasserstoffgas an dieselben Grenzen gebunden sey. Wäre dies der Fall, so war es wahrscheinlich, daß das Wasserstoffgas vom beigemischten Wasser herrührte, und dieses dann ganz zerlegt war. Rührte es dagegen aus einer Zersetzung der Säure her; so mußte es an keine Gränzen gebunden seyn, sondern sich, so lange noch Salzsäure vorhanden war, daraus durch Electrificiren abscheiden lassen. — Ich liefs daher durch zwei bekannte Mengen salzsaures Gas, durch die eine 200, durch die andere 400 Schläge gehn. Beide wurden dadurch völlig in einerlei Verhältniß vermindert. Offenbar ist also das Wasserstoffgas, das sich durch das Electrificiren bildete, nicht einer Zersetzung der Säure, sondern der Zersetzung des dem Gas innigst beigemischten Wassers zuzuschreiben.

Versuch 5, 6. Die folgenden Versuche scheinen zu beweisen, daß die Electricität nicht bloß das beigemischte Wasser zersetzt, sondern auch eine Verbindung des Sauerstoffs desselben mit der Säure bewirkt. Eine Mischung aus 143 Maafs *salzsaurem Gas*, und 116 Maafs *atmosphärischer Luft*, verminderte sich durch 30 Schläge bis auf 111 Maafs. Der Rückstand war salzsaures Gas, Stickgas und sehr wenig Sauerstoffgas. Dabei war ein Niederschlag von derselben Art als in den vorigen Versuchen, nur in viel grösserer Menge erfolgt. — Dieselbe Erscheinung, nur noch viel merklicher, gab beim Electrificiren eine Mischung von *salzsaurem Gas* und *Sauerstoffgas*. Die Gasverminderung dauerte, bis

das Queckfilber bis zum Platindraht hinauf gestiegen war, und bei jedem Schlage zeigte sich in der Röhre eine weisse Wolke, die einen Niederschlag, ganz von denselben Bestandtheilen als der vorige, bildete. — *Salzsaures Gas* und *Salpetergas* geben electrifirt ganz etwas ähnliches.

Versuch 7, 8, 9. Um zu sehn, ob das Queckfilber auf den Erfolg dieser Versuche Einfluß habe, wiederholte ich sie in einer von Cuthbertson verfertigten, an beiden Seiten mit eingeriebenen Glasstöpseln versehenen Glasröhre. Die Glasstöpsel sind durchbohrt, und Platindrähte durch sie geführt, so daß ihre Enden in der Röhre $\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstehn, und jede Gas Mischung in dieser Röhre nur mit Glas und Platin in Berührung ist. — In ihr electrifirte ich salzsaures Gas, und ließ dann Lætkmus-Tinctur hinzu. Das augenblickliche Röthen derselben war ein Beweis, daß sich *oxydirtes salzsaures Gas* gebildet hatte. In der Röhre war nicht der mindeste Niederschlag sichtbar. — Völlig dasselbe erfolgte, wenn eine Mischung von salzsaurem Gas mit atmosphärischer Luft, oder mit Sauerstoffgas in der Röhre electrifirt wurde, so daß auch in diesen Fällen sich *oxydirtes salzsaures Gas* erzeugte. — Dies beweist, daß wirklich das electrische Fluidum als ein Aneignungsmittel zur chemischen Vereinigung der Salzsäure mit Sauerstoff wirkt, ohne daß dem Queckfilber hierbei eine Mitwirkung beizulegen ist.

Durch alle diese Versuche war ich, wie man sieht, in der Zerlegung der Salzsäure nicht um einen Schritt weiter gekommen. Ich rief daher jetzt die brennbaren Gasarten zu Hülfe.

2. *Electrische Versuche mit Mischungen aus salzsaurem Gas und brennbaren Gasarten.*

Aus meinem electrischen Versuche mit *Kohlenstoff - Wasserstoffgas* *) erhellt, daß, wenn man electrische Schläge wiederholt durch dieses Gas in einem eingeschlossnen Raume gehn läßt, das in Gas aufgelöste Wasser durch den Kohlenstoff zersetzt wird, wobei sich kohlensaures Gas bildet, und neues Wasserstoffgas entsteht, wodurch der anfängliche Rauminhalt des Kohlenstoff - Wasserstoffgas sich beträchtlich vermehrt. Die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoffe wird hier durch das electrische Fluidum viel kräftiger und wirksamer gemacht, und ich habe späterhin gefunden, daß auch andere oxydirte Stoffe zersetzt werden, wenn man sie mit Kohlenstoff - Wasserstoffgas gemischt, electrifizirt. So z. B. Salpetergas, welches Kohlen Säure und Stickgas giebt.

Da auch die Salzsäure allem Vermuthen nach ein oxydirter Körper ist, und unter allen bekannten Stoffen der Kohlenstoff die größte Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, so hatte ich schon mehrmals, und zuletzt noch in Gesellschaft des Herrn

*) *Annalen der Physik*, II, 194.

Rapp versucht, die Salzsäure beim Uebertreiben über glühende Kohlen zu zersetzen. Es erzeugte sich dabei eine ungeheure Menge Wasserstoffgas, die uns von einer Wasserzersetzung herzurühren schien. Doch mißfiel uns beiden die Schwierigkeit und die Ungewissheit bei diesem Verfahren. — Ich schritt daher nun um so lieber zum Electrificiren eines Gemisches von salzsaurem Gas und Kohlenstoff-Wasserstoffgas, wobei ich die grösste Aufmerksamkeit auf alle Umstände verwandte.

Versuch 10, 11. Um das Kohlenstoff-Wasserstoffgas völlig wasserleer zu machen, sperrte ich es eine Woche lang über gebrannten Kalk, den ich noch ganz warm hineinbrachte. Durch 150 elektrische Schläge dehnten sich 186 Maafs dieses Gas bis auf 211, das ist, etwa um $\frac{1}{5}$ seines Rauminhalts aus. — Ich mischte nun 84 Maafs solches Gas mit 116 Maafs salzsauren Gas, das gleichfalls über salzsaurer Kalkerde getrocknet war. Nach 120 Schlägen hatte sich die Mischung etwas ausgedehnt, und nachdem ich ein oder zwei Tropfen Wasser hinzugelassen hatte, verminderte sie sich bis auf 91 Maafs. Folglich hatte sich die Menge des vom Wasser nicht verschluckbaren Gas um 7 Maafs vermehrt, d. h. um so viel, als sich vom salzsauren Gas allein erwarten liefs.

Versuch 12, 13, 14. Von trockenem Kohlenstoff-Wasserstoffgas wurden 83 Maafs mit 89 Maafs salzsaurem Gas gemischt. Nach 200 Schlägen liefs ich Wasser zu, und es blieben 101 Maafs Rückstand;

so, daß dieses mit dem Wasser sich nicht vermischende Gas sich um 18 Maass vermehrt hatte. Der Zersetzung des Wassers im salzsauren Gas lassen sich 6, der im Kohlenstoff- Wasserstoffgas 10 dieser Maasse zuschreiben; es bleiben also nur noch 2 Maass, die allenfalls durch Zersetzung der Salzsäure entstanden seyn könnten, welches hierfür aber viel zu wenig ist.

Eine Menge ähnlicher Versuche überzeugte mich, daß auch auf diesem Wege kein Schritt in der Zersetzung des salzsauren Gas vorwärts zu thun war. Das Electrisiren dieses Gas mit dem Kohlenstoff- Wasserstoffgas bewirkte nichts mehr, als daß das in beiden Gasarten aufgelöste Wasser; unter Beihülfe des Kohlenstoffs in letzterm, zersetzt wurde; und war dieses vollständig geschehn, so hatte ein ferneres Electrisiren weiter keine Wirkung. Daß sich aber hierbei wirklich Kohlen Säure bildete, ließ sich daraus abnehmen, daß der Rückstand des electrisirten Gasgemisches, nachdem ein Wassertropfen das salzsaure Gas daraus absorbiert hatte, eine Auflösung von reiner Schwefelerde in Wasser trübte.

Versuch 15, 16, 17. Da es indeß aus den Versuchen zu erhellen schien, daß sich durch fortgesetztes Electrisiren eine Gasart ganz wasserfrei machen lasse, so wurden beide Gasarten zuvor einzeln electrisirt, und zwar ließ ich durch das Kohlenstoff- Wasserstoffgas 400, durch das salzsaure Gas 200 Schläge gehn. Darauf vermischte ich 212 Maass vom erstern, mit 252 Maass vom letztern, und fuhr

mit dem Electrifiſiren fort, bis 800 Schläge hindurch gegangen waren. Dabei litt die Miſchung des Gas nicht die kleinſte Veränderung; vom ſalzſauren Gas war nicht mehr verſchwunden, als durch das erſte Electrifiſiren, und es hatte ſich ferner kein permanentes Gas gebildet. — Daſſelbe Reſultat gab ein Gemiſch von 280 Maas Kohlenſtoff- Waſſerſtoffgas, durch das 600, und von 114 Maas ſalzſaurem Gas, durch das 400 Schläge gegangen waren. Das fortgeſetzte Electrifiſiren deſſelben bis zu 100 Schlägen führte auch nicht um einen Schritt in der Zerſetzung des ſalzſauren Gas weiter.

Verſuch 18. Nachdem ich Kohlenſtoff- Waſſerſtoffgas ſo lange electrifiſirt hatte, daß alle Feuchtigkeith darin zerſetzt ſeyn mußte, ließ ich ein paar Tropfen trocknes Ammoniakgas hinzu, um daraus alle beim Electrifiſiren entſtandne Kohlenſäure an ſich zu ziehn. Das übrig bleibende Gas leitete ich in eine andere Röhre, vermischte es mit lange electrifiſirtem ſalzſauren Gas, und ließ durch beide aufs neue electrifche Schläge gehn, um zu ſehn, ob auch aus dieſem aller Feuchtigkeith und aller Kohlenſäure beraubten Gasgemische, ſich beim Electrifiſiren Kohlenſäure entbinden würde. Da ich es aber wie vorhin unterſuchte, wurde das Schwererdewaffer auch nicht im geringſten getrübt.

3. Folgerungen.

Aus dieſen Verſuchen ziehe ich folgende Schluſſe:

1. Das *salzsaure Gas* enthält selbst im trockendsten Zustande, in welchem wir es uns verschaffen können, einen Antheil von Wasser. Aus den ersten Versuchen finde ich durch Rechnung, daß 100 Kubitzoll *salzsaures Gas*, die über *salzsaurem Kalk* getrocknet worden waren, doch noch $1\frac{1}{4}$ Gran Wasser enthielten.

2. Läßt man *electriche Schläge* durch dieses Gas gehn, so zersetzen sie das darin aufgelöste Wasser. Der Wasserstoff kömmt in Verbindung mit der *electriche* Materie als *Wasserstoffgas* zum Vorschein, und der Sauerstoff des Wassers verbindet sich mit der *Salzsäure*; und ist diese mit Quecksilber in Berührung, so bildet sie dann damit *salzsaures Quecksilber*.

3. Die *Electricität* wirkt als ein Aneignungsmittel bei dieser Vereinigung des Sauerstoffs mit *Salzsäure*.

4. Der wirkliche Antheil Säure im *salzsauren Gas* leidet durch *Electricität* nicht die mindeste Zersetzung.

5. Gehn *electriche Schläge* durch eine Mischung von *Kohlenstoff*, *Wasserstoffgas* und *salzsaurem Gas*; so zersetzen sie das Wasser, welches beide erhalten, unter Mitwirkung des *Kohlenstoffs*, und es bilden sich *Wasserstoffgas* und *kohlensaures Gas*.

6. Ist alles Wasser beider Gasarten, entweder auf diesem Wege, oder indem man sie einzeln vor

ihrer Vermischung hinlänglich electrifirt; völlig zer-
setzt, so wirkt ein fortgesetztes Electrificiren auf
beider Mischung nicht weiter.

7. Da nun der Kohlenstoff, der so offenbar un-
ter den günstigsten Umständen versetzt ist, um, durch
seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe, diesen der
Salzsäure zu entziehen, dieses nicht vermag; so muß
man schliessen, daß, falls die Salzsäure ein oxy-
dirtor Stoff ist, ihr Radikal eine stärkere Ver-
wandtschaft zum Sauerstoffe hat, als selbst der Koh-
lenstoff.

Das gänzliche Mißgelingen dieser Reihe von Ver-
suchen hatte mich anfangs zu dem Entschlusse ge-
bracht, sie zu unterdrücken. Nach reiflicher Er-
wägung hatte ich noch am ersten von ihnen einen
glücklichen Erfolg erwartet, und von ihrer Müh-
seligkeit, (nicht ein Drittel der wirklich angestellten
habe ich erwähnt,) kann sich Niemand einen Begriff
machen, als wer sie selbst anzustellen versucht hat.
Indeß glaube ich doch durch die Bekanntmachung
derselben nützlich zu werden, da sie theils manchem
erfolglose Versuche ersparen dürften, theils neben-
her auf interessante Thatfachen führten, als ich gebe
nun alle Hoffnung auf, daß sich die Salzsäure je
werde auf dem Wege einfacher Wahlverwandtschaft
zerlegen lassen; und vermüthe, daß ihr Radikal
irgend ein noch unbekannter Stoff ist, da keiner der
uns bekannten brennbaren Stoffe den Sauerstoff
zurück zu halten vermag, wenn Kohlenstoff, vereint

mit Electricität, oder in einer hohen Temperatur auf ihn wirken. *)

*) Vermuthlich würde Henry dieses auch gegen Berthollet's Hypothese, daß das Radikal der Salzsäure aus Saaerkhoff, wenig Wasserstoff und viel Stickstoff bestehe, urgiren. Daß auch durch Galvanismus die Salzsäure unzerlegbar ist, zeigt Henry in seinem Aufsatze in den *Annal.* VI. 371. Indess macht folgende Erfahrung, die im *Journal de Physique*. t. 8, p. 309, aus einem Londner Briefe mitgetheilt wird, und die Berthollet noch nicht kannte, es immer mehr wahrscheinlich, daß das Radikal der Salzsäure kein einfacher Stoff ist. „Man hatte“, erzählt dieser Brief, „2 Drachmen angefeuchteter Eisenfeilspäne in 22 Unzen destillirtes Wasser, das mit Schwefel-Wasserstoffgas geschwängert war, gebracht. Daraus entwickelten sich innerhalb 5 Tage 12 Kubikzoll, (*onces cubes*, wohl nur ein Druckfehler für *pouces cubes*;) brennbarer Luft. Als man 6 Unzen der durchsichtigen Flüssigkeit bis zur Trockenheit abdampfte, erhielt man einen aus Eisen und oxydirter Salzsäure bestehenden Rückstand, (*du muriate oxygéné de fer*;) welcher an der Luft Feuchtigkeit an sich zog. Mit Schwefelsäure brauste dieser Rückstand ziemlich lebhaft auf, und zugleich entwickelte sich eine Wolke oxydirter Salzsäure, die durch Geruch und Reagentien leicht zu erkennen war.“ Bei Erklärung dieses Versuchs nach Berthollet's Hypothese, möchte es am schwierigsten seyn, anzugeben, woher hier der Stickstoff gekommen sey, der nach ihr im Radikal der Salzsäure in Menge vorhanden seyn soll. Doch nicht aus dem Schwefel?“ d. H.

ANHANG.

Wirkung der Electricität auf flussspathsaures und kohlen-saures Gas.

Auch mit flussspathsaurem Gas habe ich ähnliche Versuche, als mit dem salzsauren Gas angestellt. Einzeln in einer mit Wachs bekleideten Glasröhre electrirt, vermindert es sich, und läßt bei der Untersuchung einen Rückstand von Wasserstoffgas. Aber weder auf diese Art, noch durch Electrifiern mit Kohlenstoff-Wasserstoffgas, wurde irgend etwas in der Zerletzung desselben gewonnen. Doch machten es diese Versuche wahrlich, daß das flussspathsaure Gas, gleich dem salzsauren Gas, einer fernern Oxydirung fähig ist, in welchem Zustande es das Quecksilber angreift.

Dagegen scheint das kohlen-saure Gas nicht zweier verschiedner Gade von Oxydirung fähig zu seyn. *) Wiederholte electriche Schläge, die hindurch gehn, vermehren die Ausdehnung desselben, und erzeugen ein permanentes Gas, welches offenbar aus einer Mischung von Wasserstoffgas und kohlen-saures Gas besteht, weil, wenn das übrige kohlen-saure Gas davon durch kautisches Kali geschieden ist, ein electricher Funke es zum Detonniren bringt. Dieser

*) Eine für die Natur des Diamanten und anderer größtentheils aus Kohlenstoff bestehender Körper höchst wichtige Sache. Vergl. *Annalen*, 11, 466.

Erfolg zeigt sich selbst beim Electrificiren von kohlen-
saurem Gas, das durch Destillation in einer irdnen
Retorte aus Marmor entwickelt wird, den man zu-
vor, um ihn recht zu trocknen, in einer schwachen
Rothglühehitze calcinirt hat. Zwar haben Lan-
driani und van Marum durch das Electrificiren
aus dem kohlenfauren Gas lediglich Wasserstoffgas
erhalten; *) da aber der Leiter ihres Apparats aus
Eisen bestand, so erklärt sich dieses leicht aus der
Oxydirung des Eisens, wobei kein Sauerstoff er-
scheinen konnte. In allen meinen obigen Versuchen
bediente ich mich des Platins zum Leiter.

*) *Annales de Chimie*, t. 2, p. 270. Henry.

II.

NEUE VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

über

*den Einfluss des galvanischen Agens auf
das Pflanzenleben und auf Infusionen
von vegetabilischen Substanzen,*

VON

G. R. TREVIRANUS

Professor der Physik zu Bremen.

Als ich im verwichnen Sommer mit der Fortsetzung meiner, im zweiten Stücke von Pfaff's und Scheel's Archiv der nordischen Natur- und Arzneiwissenschaft bekannt gemachten, Versuche über den Einfluss des galvanischen Agens auf das Pflanzenleben beschäftigt war, ging es mir, wie schon manchem Forscher: ich entdeckte außer dem, was ich wissen wollte, auch noch etwas, das ich nicht suchte, und welches vielleicht wichtiger, als das Gesuchte war. Ich fand nicht nur meine ehemalige Beobachtung, dass die sexuellen Pflanzen, gleich den Thieren, für den Galvanismus empfänglich sind, bestätigt, sondern ich erhielt auch augenscheinliche Beweise von der Einwirkung des galvanischen Agens auf die Erzeugung und Fortpflanzung der Priestley'schen grünen Materie und des Schimmels; und, was noch mehr ist, ich entdeckte zufällig bei diesen Untersuchungen ein Mittel, die galvanische Action auf eine ähnliche Art sinnlich darzu-

Annal. d. Physik. B. 7. J. 1801. St. 3.

T

stellen, wie sich die Wirkungen der Electricität durch ein mit dem Knopfe einer geladenen Flasche bemahltes, und mit Harzstaube bestreutes Electrophor bemerkbar machen lassen. Die Versuche, worauf sich diese Erfahrungen gründen, sind folgende:

Erster Versuch. Ich warf in drei fayencene Teller, die mit einer gleichen Quantität von einerlei Brunnenwasser angefüllt waren und an einerlei mittelmäßig hellem Orte standen, eine gleiche Menge Kressenkörner, und hing über No. 1 eine cylindrische Zinkstange und ein Kupferblech, die mit dem einen Ende an einander befestigt waren, dergestalt auf, daß die beiden übrigen etwa 2 Zoll von einander abstehenden Enden auf den Boden des Gefäßes reichten. Der Durchmesser der Zinkstange betrug etwa 2 Linien, die Breite des Kupferblechs 4 Linien. Ueber No. 2 wurde auf die nämliche Art ein bloßes, ebenfalls 4 Linien breites Kupferblech aufgehangen. No. 3 blieb unbewaffnet.

Vier Stunden nachher hatten sich um die nach dem Kupfer und nach dem Lichte hin gekehrten Seiten des Zinks *Serahlen* erzeugt, wovon die nach dem Kupfer gerichteten die längsten waren. Auf der von dem Lichte weggewandten Seite des Zinks fanden sich keine Strahlen, und so auch keine weder um das Kupfer in No. 1 und No. 2, noch in No. 3.

Am folgenden Tage fand ich außer den divergirenden Strahlen, die sich schon gestern um die Zinkstange in No. 1 gebildet hatten, noch andere

auf der von dem Lichte weggewandten Seite derselben, welche Bogen vorstellten, die unter sich und mit der Peripherie der Stange concentrisch waren. In No. 2 und 3 zeigte sich wieder nichts Aehnliches.

Am 13ten Tage war auch der Einfluss der Metalle auf das Wachsthum der Kressenpflanzen in den drei Gefäßen sehr auffallend. Die mittlere Grösse derer in No. 1 betrug etwa 2, die der Gewächse in No. 2 ungefähr $1\frac{1}{2}$, und die der unbewaffneten in No. 3 kaum 1 pariser Zoll, von dem obern Ende der Wurzeln an gerechnet. Merkwürdig war es auch, daß die meisten Pflanzen in No. 3 nicht Kraft genug hatten, sich über dem Wasser zu erhalten, da doch die in No. 1 und 2 alle gerade empor gewachsen waren.

Zweiter Versuch. Ich füllte zwei fayencene Teller mit einerlei Wasser, warf in jeden derselben etwa 200 Kressenkörner, legte in das Wasser des einen, (No. 1,) eine Zink- und Silberstange, und band die ausser dem Wasser befindlichen und auf dem Rande des Tellers ruhenden Enden dieser Metalle mit einem seidnen Faden an einander.

Am zweiten Tage zeigten sich folgende Erscheinungen: 1. In No. 1 hatte sich das Wasser zu den über dem Niveau desselben liegenden Theilen der beiden Metalle hinaufgezogen, doch mehr zu dem Zinke, als zu dem Silber; 2. war das Wasser in No. 1. mit einer Haut bedeckt, welche in dem Zwischenraume der beiden Metalle, und zwar nur an dieser Stelle, mit Regenbogenfarben spielte; 3. hat-

ten sich auf dieser Haut sowohl um den Zink als um das Silber ähnliche divergirende Strahlen, wie im vorigen Versuche, gebildet. Die, wovon der Zink umgeben war, breiteten sich nach allen Richtungen aus; hingegen die, welche sich um das Silber erzeugt hatten, gingen bloß nach dem Zinke, und waren weit kürzer und minder zahlreich, als die erstern.

Am dritten Tage hatten sich die Strahlen, die sich auf der von dem Silber weggekehrten Seite des Zinks befanden, bis nach dem Rande des Gefäßes ausgebreitet; auf der andern, nach dem Silber hingewandten Seite hingegen schienen mehrere Strahlen ganz verschwunden, und die übrigen kürzer geworden zu seyn. Ich goß neues Wasser hinzu, wodurch die Strahlen und die farbige Haut in diesem Gefäße größtentheils zerstört wurden.

Am 9ten Tage hatten sich in No. 1 neue Strahlen und eine neue farbige Haut erzeugt, wovon die erstern aber weniger regelmäsig, wie vorhin waren. Die farbige Haut verbreitete sich über das ganze Gefäß, doch war sie in der Nähe der Metalle am stärksten. — In dem andern unbewaffneten Gefäße war von diesen Erscheinungen nichts zu bemerken.

In Betreff des Wachstums der Samenkörner in den beiden Gefäßen beobachtete ich Folgendes. Die Körner in No. 1 gingen früher auf, als die in No. 2, die erstern blieben aber auch in ihrem Wachstume früher stehen, als die letztern. — Am 12ten Tage hatten die Kressenpflanzen in No. 2 eine Länge von

1½ bis 2 Zoll. Von denen in No. 1 hingegen hatten die, welche im Anfange so schnell aufschossen, seit 3 Tagen wenig oder nichts zugenommen, und die übrigen waren klein und krüpplich geblieben. — Am 27ten Tage hatten die Pflanzen in No. 2 noch ein schönes lebhaftes Grün; die in No. 1 hingegen fingen schon an, gelbe Blätter zu bekommen, obgleich in diesem Gefäße noch mehr Wasser, als in jenem, enthalten war. — Am 31ten Tage war der grösste Theil der Pflanzen in No. 1 schon vertrocknet; die in No. 2 waren noch alle grün und gesund.

No. 2 hatte am 9ten Tage mehr Wasser verlohren, als No. 1.

Dritter Versuch. In zwei porcellanen Untertassen machte ich Infusionen von Roggenkörnern mit Brunnenwasser, armirte die eine, (No. 1,) auf eben die Art, wie im vorigen Versuche, mit Zink und Silber, die andere, (No. 2,) bloß mit Zink, und setzte beide an denselben Ort, wo sich die vorigen Gefäße mit Kressensamen befanden.

Am 7ten Tage war No. 1 mit einer dicken farbigen Haut bedeckt, die sich über die ganze Wasseroberfläche verbreitete. In No. 2 hatte sich zwar ebenfalls eine Haut erzeugt, diese aber spielte bloß in der Nähe des Zinks mit Farben. In No. 2 war, wie beim vorigen Versuche, mehr Wasser verdunstet, oder von den Roggenkörnern eingesogen, als in No. 1.

Am 10ten Tage hatten in No. 2 sieben Roggenkörner gekeimt, und eins hatte schon eine $2\frac{1}{2}$ Zoll lange Pflanze getrieben. In No. 1 hingegen fanden sich nicht mehr als vier Keime, wovon der größte noch nicht die Länge eines halben Zolles hatte. Von dem Wasser in No. 2 war mehr als $\frac{1}{3}$, von dem in No. 1 aber noch nicht die Hälfte verdünntet. — Ich füllte die beiden Gefäße wieder mit frischem Wasser.

Am folgenden Tage waren beide Infusionen mit vielen Luftblasen bedeckt.

Am 25ten Tage hatten die Keime in No. 2 lebhaft vegetirt. Hingegen in No. 1 war nur eine einzige Pflanze mit grünen Blättern. Die übrigen Keime in diesem Gefäße waren abgestorben. — Ich goß von neuem frisches Wasser hinzu.

Am 31sten Tage war No. 1 mit einer sehr dicken gelatinösen Haut belegt, die zwischen dem Zinke und Silber an dem Rande des erstern mit Regenbogenfarben spielte. Auf No. 2 fand ich keine solche Membran, aber viele Luftblasen. No. 1 enthielt keine Infusionsthier; hingegen in No. 2 fanden sich nicht nur diese Thiere, sondern der Boden des Gefäßes war auch voll von grüner Materie.

Gegen den 38sten Tag zeigten sich auch in No. 1 Spuren von grüner Materie, und so wie diese sich bildete, verschwand die gallertartige Haut, womit jene Infusion bis dahin bedeckt gewesen war. No. 2 war jetzt mit grüner Materie schon ganz bezogen.

Die grüne Materie, die sich an den Wänden von No. 1 erzeugt hatte, breitete sich weiter aus; doch

ging das Wachsthum derselben weit langsamer von statten, als das der grünen Materie in No. 2. Am 54sten Tage sahen die Wände dieses letztern Gefäßes aus, wie mit dunkelgrünem Sammet tapezirt, und überdies waren auch alle auf dem Wasser schwimmende Roggenkörner mit dieser Substanz überzogen.

Am 64sten Tage hatte die grüne Materie in No. 2, mit welcher das ganze Gefäß jetzt angefüllt war, eine schwarzgrüne Farbe bekommen. Die andere Infusion No. 1 war nicht nur hinter No. 2, sondern auch hinter mehreren unarmirten Aufgüssen, die ich weit später gemacht hatte, in Ansehung der Menge jener Materie sehr zurückgeblieben. Auch unterschied sich diese Substanz von der in andern Aufgüssen auffallend durch ihr mattes Grün.

Vierter Versuch. Vier fayencene Untertassen, (ZS, S, Z und U,) wurden mit einer gleichen Menge Wasser und zer schnittenen Carotten angefüllt, ZS mit Zink und Silber, S bloß mit Silber, und Z bloß mit Zink armirt. U blieb unbewaffnet. Alle vier Gefäße wurden an einerlei Ort auf ein helles, aber vor dem unmittelbaren Zutritte der Sonnenstrahlen geschütztes Zimmer gesetzt.

Am folgenden Tage hatten sich auf ZS und S Strahlen gebildet, die am 3ten und 4ten Tage noch merklicher wurden. Die in ZS breiteten sich von dem Zinke anfangs bloß nach dem Silber hin aus, nachher zeigten sich aber auch einige, doch weit kürzere und minder zahlreiche, auf der entgegen-

gesetzten Seite. Ueberdies bildete sich um den Zink eine farbige Haut. In der Nähe des Silbers war von diesen Erscheinungen nichts zu bemerken. — Ebenso wenig bildeten sich auch Strahlen und eine farbige Haut um das Silber in S. — Der Zink in Z war ebenfalls, wie der in ZS, von Strahlen umgeben, und zwar anfangs bloß auf der dem Lichte zugewandten Seite desselben; da sich hingegen an dem Zinke in ZS diese Strahlen zuerst auf der Seite des Silbers zeigten, die von dem Lichte weggekehrt war. Am 4ten Tage waren aber an dem Zinke in Z auch auf der entgegengesetzten Seite Strahlen entstanden. Von einer farbigen Haut zeigte sich indess am 4ten Tage noch keine Spur in diesem Gefaße. — Der Aufguß U verhielt sich wie S.

An den folgenden Tagen erzeugten sich auf den vier Aufgüssen gelatinöse Häute, und zwar zuerst auf ZS, dann auf Z, zuletzt auf S und U.

Am 14ten Tage verhielten sich die vier Aufgüsse in Ansehung der Menge des verdunsteten Wassers auf folgende Art: am meisten war von ZS verdunstet; dann folgte Z; hierauf S; das wenigste hatte U verlohren.

Am 15ten Tage fand ich auf U eine Menge graügrünen Schimmels, (*Mucor glaucus* L.) Auf Z waren hin und wieder einige bläuliche Punkte. Auf ZS und S hingegen war von diesem Gewächse nichts zu bemerken.

Am 17ten Tage hatte sich der Schimmel auf U weiter ausgebreitet. Die bläulichen Punkte auf Z

waren unverändert geblieben. In *S* fanden sich einige Spuren von grüner Materie.

Am 24ten Tage fand sich auch auf *ZS* und *S* etwas Schimmel. Doch war die Menge desselben in Vergleichung mit dem auf *U* sehr geringe. Von dem Wasser auf *ZS* war wieder ungleich mehr, als von dem in *S*, *Z* und *U* verdunstet. Auch war die Haut auf *ZS* weit dicker, als die auf den letztern Infusionen, dabei spröde und glänzend, und unter ihr befanden sich immer viele und große Luftblasen.

Am 25ten Tage hatten sich auch in *U* Punkte von grüner Materie gebildet, und über diesen war eben so, wie im vorigen Versuche, die mit Schimmel bewachsene Haut, welche bisher die ganze Oberfläche der Infusion bedeckte, völlig verzehrt. — Die nämliche Beobachtung machte ich auch an *S*.

Am 32ten Tage war auch in *Z* etwas grüne Materie entstanden, und über dieser war wieder die gelatinöse Membran ganz verzehrt.

In der Folge pflanzte sich die grüne Materie in *Z* langsamer, als die in *S*, und die in *S* langsamer, als die in *U* fort. Die in *U* war am 41sten Tage dunkelgrün, die in *S* gelbgrün. In *ZS* hatte sich an diesem Tage noch immer keine Spur von jener Substanz gezeigt.

Fünfter Versuch. Ich armirte fünf fayencene Teller voll reinen Brunnenvassers mit Zink und Silber, Zink und Eisen, Zink und Kupfer, Zink und Spießglanz, und mit einer Glasröhre. In keinem dieser Gefäße aber erzeugten sich Strahlen.

Sechster Versuch. Ich wiederholte den vorigen Versuch mit frisch bereitetem Kalkwasser. Allein auch hierauf kamen keine Strahlen zum Vorscheine.

Siebenter Versuch. Ich legte in das Kalkwasser der armirten Gefäße zerschnittene Kartoffeln. Aber der Erfolg war derselbe, wie in den beiden vorigen Versuchen.

Achter Versuch. Drei der Gefäße, die zu dem vorhergehenden Versuche gedient hatten, und welche mit Zink und Silber, (No. 1,) Zink und Eisen, (No. 2,) und Zink und Kupfer waren armirt gewesen, ließ ich nach der Wegnahme der Armaturen noch einige Zeit stehen, um zu erfahren, ob sich in ihnen Schimmel oder grüne Materie erzeugen würde. Auf allen drei Aufgüssen entstand auch wirklich eine Menge graugrünen Schimmels, (*Mucor glaucus*), und rosenfarbenen Byßus, und zwar mehr auf No. 1, als auf No. 2, und auf dieser Infusion mehr, als auf No. 3. Zugleich aber zeigten sich jene Substanzen auf No. 1 stärker, als auf No. 2 und 3.

Folgerungen aus diesen Beobachtungen.

1. Aufgüsse von Samenkörnern, oder von sonstigen vegetabilischen Substanzen erleiden durch den Einfluß der galvanischen Action eine Mischungsveränderung, die sich durch die Erzeugung strahlenförmiger Figuren um die angebrachten Armaturen darstellt.

2. Diese Figuren entstehen desto schneller und And desto deutlicher, je schneller die infundirten Samenkörner oder sonstigen vegetabilischen Substanzen keimen oder in Gährung übergehen. Sie kommen hingegen langsam oder gar nicht zum Vorscheine, wenn die infundirten Pflanzentheile ihrer Natur nach nur langsam keimen oder gähren; oder wenn diese Mischungsveränderungen derselben durch eine beigemischte Substanz zurückgehalten werden; oder wenn sich keine keimende oder gährungsfähige Substanzen in dem Aufgusse befinden.

3. Ist der Aufguss mit zwei verschiedenen Metallen armirt, so erzeugen sich die grössten und meisten Strahlen in den wirksamern galvanischen Ketten.

4. Ferner erzeugen sich in Ketten, die aus zwei verschiednen Metallen bestehen, die grössten und meisten Strahlen an dem dem Sauerstoffe am nächsten verwandten Metalle; kleinere und weniger zahlreiche, oder auch gar keine, an dem andern. Beide Metalle haben die längsten und meisten Strahlen auf der dem andern zugekehrten Seite.

5. Ist der Aufguss nur mit einem einzigen Metalle armirt, so entstehen Strahlen an diesem, wenn dasselbe dem Sauerstoffe nahe verwandt und z. B. Zink ist; hingegen erzeugen sich keine, wenn es keine nahe Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, und z. B. Silber ist.

6. Einen wichtigen Einfluss auf die Erzeugung dieser Strahlen hat aber auch das Licht. Sie ziehen

sich eben so nach demselben hin, wie von dem Zin-
ke nach dem Silber, und von dem letztern nach
dem erstern; und wenn in einer Kette von zwei
Metallen das eine dieser Metalle nach der dunkeln
Seite des Zimmers hin gekehrt ist, so drehen sich
diejenigen Strahlen, welche auf dieser Seite entste-
hen, in einer krummen Linie nach dem Lichte hin,
da sie sonst immer gerade Linien bilden.

7. Durch den Einfluss galvanischer Ketten erhal-
ten die Regenbogenfarben, welche zuweilen auch
auf unarmirten Infusionen von vegetabilischen Sub-
stanzen entstehen, mehr Lebhaftigkeit, und zwar
um desto mehr, je wirkfamer jene Ketten sind.

8. In solchen vegetabilischen Aufgüssen, worauf
gelatinöse Membranen entstehen, wird die Erzeu-
gung dieser Häute durch den Einfluss galvanischer
Ketten beschleunigt.

9. Hingegen werden die Erzeugung und Fort-
pflanzung des Schimmels und der Priestleyischen
grünen Materie durch den Einfluss dieser Ketten
zurückgehalten.

10. Sind die infundirten Substanzen Samenkör-
ner, so werden das Keimen und das Wachsthum der-
selben durch die galvanische Action, nach dem ver-
schiednen Grade der Reizbarkeit jener Samen, nach
der verschiednen Stärke dieser Action, und viel-
leicht auch nach dem verschiednen Grade des Lichts
und der Wärme, bald beschleunigt, und bald zu-
rückgehalten.

Der noch geringen Anzahl meiner Beobachtungen wegen darf ich nicht zweifeln, daß mehrere dieser Folgerungen bei wiederholten und mannigfaltigern Versuchen manche Berichtigungen und Abänderungen werden erwarten müssen. Inzwischen glaube ich mir doch schmeicheln zu dürfen, daß meine Beobachtungen wenigstens einen neuen Weg zur Erweiterung unrer physikalischen Kenntnisse eröffnen. Sie geben uns ein neues Mittel an die Hand, die Wirkungsart der galvanischen Kraft zu erforschen. Sie belehren uns, daß das Licht auf die Wirkungen dieser Kraft einen wichtigen Einfluß hat, und zeigen uns einen Weg, die Gesetze dieses Einflusses und hierdurch vielleicht auch die Natur des Lichts selbst näher kennen zu lernen. Vielleicht finden wir in ihnen auch ein Mittel, die chemischen Prozesse, wodurch der Schimmel und die Priestleyische grüne Materie gebildet werden, zu entdecken; eine Entdeckung, welche über die Entstehung des Lebens überhaupt, und damit auch über die ganze Physiologie Aufklärung verbreiten würde.

Daß übrigens der Schimmel, die Staubbpflanzen, (*Byssus* L.) und die Priestleyische grüne Materie, obgleich sie sich durch Samen, Eier oder andere Keime fortpflanzen, doch in den meisten Fällen ohne präexistirende Keime erzeugt werden, leidet bei mir keinen Zweifel mehr. Die Versuche und Beobachtungen, worauf sich diese meine Ueberzeugung gründet, werde ich einst bei einer andern Gelegenheit dem Publicum vorlegen. Hier erinnere

ich nur an den bei den obigen Versuchen bemerkten Umstand, daß dem Entstehen der Staupflanzen und des Schimmels immer die Bildung einer gelatinösen Membran vorhergeht, welche in dem Maasse wieder verzehrt wird, wie sich grüne Materie in dem Aufgusse zu erzeugen anfängt; eine Erscheinung, die offenbar auf gewisse bei der Bildung dieser Organismen statt findende chemische Prozesse hindeutet, und auf jene rosenfarbene Byßus, die sich in den mit Kalkwasser bereiteten Kartoffelaufgüssen erzeugte. Nie traf ich diese Substanz in andern Infusionen an. Auch erinnere ich mich nicht, ihrer bei irgend einem Schriftsteller erwähnt gefunden zu haben. Vielleicht aber ist sie einerlei mit dem rothen Schnee, den man auf den Alpen antrifft, und worin Ramond, (*Scherer's allg. Journal der Chemie*, B. IV, H. XXIV, S. 671,) eine vegetabilische Mischung fand. Es wird mich freuen, wenn Naturforscher, welche Gelegenheit haben, diese Vermuthung zu prüfen, dieselbe der Untersuchung für werth halten werden.

Bremen, im December 1800.

III.

NEUE VERSUCHE

mit dem Venturischen hydraulischen

Apparate,

von

J. A. EYTELWEIN

Geheimen Oberbaurath in Berlin.

(Es ist aus den ersten Gründen der Hydraulik bekannt, daß, wenn Wasser aus einem Gefäße durch eine kleine kreisförmige Oeffnung, die sich in einer dünnen Platte befindet, auströmt, dieses; (wegen der Art, wie der Druck sich in der darüber stehenden Wasser-
säule fortpflanzt,) abgesehen von störenden Einwirkungen,) mit der Geschwindigkeit geschehen müßte, welche das ausfließende Wassertheilchen erlangen würde, wenn es frei durch eine Höhe herabfiel, die dem Wasserstande im Gefäße gleich ist. Setzt man die Wasserhöhe über dem Mittelpunkte der Oeffnung h , die Geschwindigkeit, womit das Wasser auströmt, c , die Fallhöhe in der ersten Sekunde g , und den Querschnitt der Oeffnung B ; so müßte $c = 4\sqrt{gh}$, oder $c = 2\sqrt{gh}$ seyn, und, wofern das Wasser durch die kreisförmige Oeffnung in Gestalt eines Cylinders, der gleiche Grundfläche mit der Oeffnung hat, auströmt, würde in einer Sekunde eine Wassermenge $B \cdot 2\sqrt{gh}$ ausfließen. Mit dieser hypothetischen Geschwindigkeit und Wassermenge stimmen indess die wirklichen keinesweges überein; einmal, weil der Wasserstrahl nicht als ein Cylinder, sondern conisch ausfließt und sich von der Mündung ab beträchtlich verengert; und zweitens, weil im Aus-

fließen, vielleicht auch beim Zufließen des Wassers, noch kleine störende Einwirkungen statt finden. Der Durchmesser des sich verengernden Strahls an der Stelle der größten Zusammenziehung ist, Versuchen zufolge, 0,8 vom Durchmesser der Oeffnung, folglich der Querschnitt desselben $\frac{4}{5}$ von der Plattenmündung, *) und es strömt nur 0,619 von der hypothetischen Wassermenge wirklich aus, so daß die Geschwindigkeit in der Plattenöffnung selbst nur 0,619 . c seyn kann.

Was in diesem Ausfließen geändert wird, wenn man vor der Plattenöffnung Ansatzröhren verschiedner Art anbringt, und was der Grund ist, warum cylindrische und konische Ansatzröhren den Ausfluß verstärken; damit beschäftigte sich der erste Theil von Venturi's interessanter hydrodynamischer Abhandlung, deren man sich aus Band II, Heft 4, und Band III, Heft 1 und 2 dieser Annalen erinnern wird. **) Venturi giebt dort, unter andern, Vorschriften, wie man den Wasserausfluß gegen den durch eine Platte im Verhältnisse von 10 : 24 vermehren könne; seine Versuche lassen aber gerade in diesem für die Anwendung wichtigen Umstande vieles zu wünschen übrig. Sie sind es, welche H. Geheimer Oberbaur. Eytelwein nach einer vervollkommeneten Methode, mittelst eines ähnlichen Apparats als Venturi, nachdem er zuvor die Venturischen Versuche selbst wiederholt und richtig befunden hatte, durch die folgenden Versuche auf das Genügendste ergänzt. Sie sind mir von dem Herrn Verfasser

aus

*) Vergl. *Annalen der Physik*, III, 38.

d. H.

**) Untersuchungen und Beobachtungen über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüssigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verschiedner hydraulischer Erscheinungen, von Venturi; in den *Annalen*, II, 415 f.

d. H.

aus seinem noch nicht erschienenen *Handbuche der Hydraulik* gütigst mitgetheilt worden, und werden dem Physiker um so willkommener seyn, da der Druck dieses Hauptwerks in der Hydraulik so bald noch nicht vollendet seyn dürfte. *) Dieses als Einleitung.)

d. H.

Dass sich die Wassermenge, welche aus einem Gefäße durch eine kreisrunde Oeffnung ausströmt, vermittelt angelegter *konischer Röhren*, welche sich gegen die Ausmündung verengern, in Vergleichung mit andern Oeffnungen, ansehnlich vermehren läßt, zeigten schon die Versuche des Marchese J. Poleni, (*de castellis*, Flor. 1718.) Bei einer Wasserhöhe von 1' 9" 4"', und einer kreisrunden Oeffnung, für welche die hypothetische Wassermenge 27527 Kubikzoll betrug, wurden konische 92" lange Röhren vor die Oeffnung gesetzt, deren Ausmündung bei allen gleich, und zwar 26" im Durchmesser war. Als die Einmündung nach einander 118"', 60"', 42"', 33"' betrug, war die wirklich ausfließende Wassermenge 0,8605, 0,8844, 0,8939, 0,8992 der hypothetischen, so daß bei der konischen Form im letzten Versuche der Verlust des Wassers nur etwa $\frac{1}{10}$ von der hypothetischen Wassermenge war.

Giebt man der konischen Ansatzröhre die Gestalt des zusammengezogenen Strahls bei Oeffnungen in

*) Man vergl. die Auszüge aus Briefen am Ende dieses Hefts.

d. H.

einer dünnen Wand, so daß der Durchmesser der Ausmündung $\frac{2}{5}$ vom Durchmesser der Einmündung, und die Länge der Röhre etwas größer als der Halbmesser der Einmündung ist, (wie in Fig. 1, Taf. V.) so muß das Wasser eben so ausfließen, wie durch den Querschnitt des zusammengezogenen Strahls, vorausgesetzt, daß die scharfen Ecken der konischen Röhre etwas abgerundet sind. Eine solche Röhre kann *Mündung nach der Gestalt des zusammengezogenen Strahls*, zur Abkürzung in der Folge, *Mündung Φ* heißen.

Durch den kleinsten Querschnitt des zusammengezogenen Strahls fließt eben so viel Wasser, als durch die dazu gehörige Oeffnung in einer dünnen Wand; daher muß die Geschwindigkeit in dem Querschnitte in demselben Verhältnisse zunehmen, wie sein Flächeninhalt abnimmt. Nun ist der Querschnitt des zusammengezogenen Strahls $\frac{16}{25}$ vom Querschnitte der Oeffnung; daher muß die *Geschwindigkeit* im Querschnitte der größten Zusammenziehung, oder $c = \frac{5}{4} \cdot 0,619 \cdot 2\sqrt{g\sqrt{h}} = 0,9672 \cdot 2\sqrt{g\sqrt{h}}$ seyn. Hat die Röhre Φ die erforderliche Gestalt, so ist also auch die Geschwindigkeit des Wassers in der Ausflußöffnung EF , (Fig. 1,) oder $c = 0,9672 \cdot 2\sqrt{g\sqrt{h}} = 7,646\sqrt{h}$. Für den freien Fall eines Körpers wäre die Geschwindigkeit $= 2\sqrt{g\sqrt{h}}$; hiernach verhält sich die *wirkliche Wassermenge*, welche durch die Mündung Φ bei EF ausfließt, zur *hypothetischen Wassermenge* für die Oeffnung EF , wie $0,9672 : 1$ oder nahe $= 30 : 31$, und

es ist wahrscheinlich, daß beide Wassermengen gleich wären, wenn die Wassertheile nicht wegen der Adhäsion an den Wänden der Röhre verzögert würden, und wenn man Φ ganz genau die Gestalt des zusammengezogenen Strahls geben könnte.

Die Ansatzröhre Φ ist daher unter allen Ausflußöffnungen von einer bestimmten Größe die vortheilhafteste, weil das ausfließende Wasser beim Ausgange eine solche Geschwindigkeit in der Oeffnung EF erlangt, welche nur wenig von derjenigen verschieden ist, die ein Körper durch den freien Fall von der Druckhöhe erreichen würde.

Mit einer solchen Mündung hat Venturi einen Versuch angestellt. *) Die Achse seiner Röhre war horizontal, bei einer Druckhöhe von $32\frac{1}{2}$ par. Zoll. Der Durchmesser am Gefäße hielt 18, und bei der Ausmündung $14\frac{1}{2}$ Linien, die ganze Länge der Röhre 11 Linien, und man fand die Wassermenge für eine Sekunde = 164,6 Kubikzoll. Die hypothetische Wassermenge ist hier 176 Kubikzoll, daher die wirkliche 0,935 von der hypothetischen. Dieses nähert sich der vorhin gefundenen Grenze 0,967 schon ansehnlich, und man würde sie erreicht haben, wenn die konische Röhre nicht scharfe Ecken gehabt hätte. **)

*) Versuch 4; *Annalen der Physik*, II, 430. d. H.

**) Dies scheint in allen Venturischen Versuchen der Fall gewesen zu seyn. d. H.

Aus meinen mit einer dergleichen Mündung angestellten Versuchen, *) wenn die Einmündung 15, die Ausmündung 12, und die Länge der Röhre 8 Linien groß war, findet sich die wirkliche Wassermenge 0,9186 von der hypothetischen. Hierbei hatte die Mündung ϕ ihre scharfen Ecken behalten. Nachdem aber diese innerhalb sanft abgerundet waren, vermehrte sich die Wassermenge bis 0,9798 von der hypothetischen, so daß sich nur ein geringer Unterschied zwischen beiden befand, und eine größere Ausflussmenge als durch die Venturischen Versuche bewirkt ward.

Der Wasserverlust bei einerlei Ausmündung und gleicher Druckhöhe ist hiernach

bei der Mündung ϕ mit abgerund. Ecken 0,0303	} v. der hypot. Waf- ferm.
bei der Mündung ϕ mit scharfen Ecken 0,0813	
bei einer kurzen cylindrisch. Ansatzröhre 0,1875	
bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand 0,3810	

Es giebt noch ein Mittel, wodurch, ohne Vermehrung der Druckhöhe, die Wassermenge, welche man durch eine bestimmte Oeffnung erhält, vermehrt werden kann. Statt der vorhin beschriebnen konischen Mündungstücke, welche man konische Röhren der *ersten Art* nennen kann, die sich gegen die Ausflußöffnung verengern, kann man solche *konische Röhren* noch ansetzen, die sich nach dem Ausflusse hin erweitern, so daß die Einflußöffnung *AB*,

*) Siehe weiter unten Erfahrung 2 und 3; und Tafel 1, No. 2, 3.

(Fig. 2, Taf. V.) kleiner als die Ausflufsöffnung EF ist, und die hier konische Röhren der zweiten Art heissen sollen.

Venturi hat hierüber wichtige Versuche angestellt. *) Die Einmündung AB der erweiterten konischen Röhre $ABEF$ hatte bei allen seinen Versuchen 15,5 Linien im Durchmesser, sie befand sich aber nicht unmittelbar am Behälter, sondern zwischen ihr und diesem war eine konische Röhre der ersten Art angebracht, welche beinahe die Gestalt des zusammengezogenen Strahls hatte. Die Länge AD und Ausmündung EF wurden bei jedem Versuche abgeändert, und man hatte bei unveränderter Druckhöhe von $32\frac{1}{2}$ Zoll die grösste Wassermenge, wenn AD 148, AB 15,5 und EF 27 Linien gross war. In diesem Falle erhielt man in jeder Sekunde 329,14 par. Kubikzoll, (Vers. 16, *Annalen*, II, 450,) welches weit mehr ist, als die hypothetische Wassermenge für eine Oeffnung von $15\frac{1}{2}$ Linien im pariser Maasse giebt. Diese konische Röhre der zweiten Art, in ihrer vortheilhaftesten Gestalt, mag hier, der Kürze halber, die Röhre ψ heissen.

Venturi beschreibt noch einen Versuch, (Vers. 14, *Annalen*, II, 449,) bei welchem zwischen der Mündung ϕ und dieser konischen Ausflufsrohre ψ , eine drei Zoll lange cylindrische Röhre angebracht war, wodurch ebenfalls eine Vermehrung der Was-

*) Satz V. Versuch 13 — 17; *Annalen der Physik*, II, 448 f.

fermenge bewirkt wurde. Weil aber keine Versuche mit dieser konischen Röhre der zweiten Art, ψ , ohne Verbindung mit andern Röhren beschrieben sind, auch von der Vermehrung der Wassermenge bei einer drei Zoll langen cylindrischen Röhre, durch Ansetzung der Röhren ϕ und ψ , nicht geradezu auf längere Röhren geschlossen werden kann, und daher die Behauptung *Venturi's* in Satz VII, (*Annalen*, II, 460,) dals man bei einer cylindrischen Röhrenleitung, bei unveränderter Druckhöhe, durch zweckmäßige Ansatzröhren, (ϕ und ψ ,) allemahl die Wassermenge im Verhältnisse 10 : 24 vermehren könne, sich nicht so geradezu annehmen läst; so schien es mir wichtig zu seyn, über diese zur Erweiterung der Hydraulik und diesen für die Ausübung so wichtigen Gegenstand, *Versuche mit der möglichsten Genauigkeit anzustellen.*

Zu den folgenden *Versuchen* diente mir ein 4 Fufs *) hoher prismatischer *Behälter*, dessen horizontaler Durchschnitt ein im Lichten 18,5 Zoll langes und 14,4 Zoll breites Rechteck bildete. In der schmalen vertikalen Seitenwand desselben, befindet sich in einiger Entfernung vom Boden, eine messingene *Platte*, welche mit der innern Wand des Behälters in einerlei Ebene liegt, und in die man alle metallene Ansätze oder Röhren so einschrauben kann, dals ihre Einmündung in eben die Ebene fällt. Die

*) Alle hier gegebne Abmessungen beziehen sich auf das rheinländische Maass. E.

Eismündung konnte mittelst einer *Klappe* nach Gefallen geöffnet oder geschlossen werden. Zur Bestimmung der Zeit diente eine sehr gut gearbeitete *Sekunden-Pendeluhr*, welche durch einen Zeiger die Sekunden bemerkte und mittelst einer Glocke durch Schläge hörbar machte. *)

Sämmtliche *Ansatzstücke* und *Röhren* waren von Messing gearbeitet, und die innere Fläche auf genaueste polirt. Zur leichtern Vergleichung der verschiedenen Resultate beziehen sich alle Oeffnungen auf die Weite von einem Zolle, auch sind alle Abmessungen mit dem hiesigen Originalmaasse verglichen. — Die cylindrischen Röhren waren insgesamt einen Zoll weit; die Röhre Φ 8 Linien lang, und in der Eismündung 15, in der Ausmündung 12 Linien oder $\frac{1}{2}$ Zoll weit; und die Röhre Ψ $8\frac{3}{16}$ Zoll lang, in der Eismündung 1 Zoll, und in der Ausmündung $1\frac{9}{16}$ Zoll weit. Die Röhre Φ in Verbindung mit andern Röhren wurde nur bei der Eismündung, und Ψ bei der Ausmündung angebracht.

Verschiedene angestellte Versuche zeigten kleine Unregelmäßigkeiten, wenn man das Wasser im Behälter, bei Beobachtung aller Vorsicht, auf einerlei Höhe erhalten wollte, weil es sich so leicht

*) Diese Uhr wurde vor dem Gebrauche nach dem Chronometer des Herrn Major von Zach rectificirt, welcher sich damahls in der Verwahrung des Hrn. Lieutenant von Textor befand. E.

ereignet, daß in gewissen Augenblicken mehr oder weniger Wasser zugelassen wird, als erforderlich ist. Auch war es unvermeidlich, daß nicht durch das zufließende Wasser eine unregelmäßige Bewegung im Behälter entstand, weshalb ich es der Genauigkeit, welche diese Versuche erfordern, angemessener fand, beim Anfange eines jeden Versuchs eine *Druckhöhe* von 3 Fuß zu bewirken, und ohne Zutritt den Wasserspiegel so weit sinken zu lassen, bis ein Gefäß von 4156 Kubikzoll angefüllt war. Hierdurch senkte sich jedesmahl der Wasserspiegel im Behälter, nach oft wiederholten Ausmessungen, 15,6 Zoll, wodurch eben so genaue Vergleichen entstanden, als wenn die *Druckhöhe* unverändert geblieben wäre; auch hat man diesem Umstande die gute Uebereinstimmung der Versuche mit einerlei Röhre zuzuschreiben.

Alle hier angeführten Versuche sind in Gegenwart des königl. Professors Herrn Hobert angestellt oder wiederholt worden.

Erfahrung 1. Kreisförmige 1 Zoll weite Oeffnung in einer $3\frac{1}{4}$ Zoll dicken Platte mit scharfen Kanten. Die beobachtete Zeit des Ausflusses war im 1sten Versuche $59\frac{1}{2}$ "; 2ten Versuche $59\frac{1}{4}$ ".

Erfahrung 2. Das Mundstück ϕ beim Einflusse $1\frac{1}{4}$ Zoll, beim Ausflusse 1 Zoll weit, mit scharfen Kanten.

1. Versuch 40"; 2. Versuch 40".

Erfahrung 3. Dasselbe Mundstück ϕ , wenn

die Kanten beim Ein- und Ausflusse sanft abgerundet waren.

1. Versuch $37\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $37\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 4. Die konische $8\frac{1}{16}$ Zoll lange Ansatzzöhre ψ , beim Einflusse 1 Zoll, beim Ausflusse $1\frac{3}{4}$ Zoll weit, mit scharfen Kanten.

1. Versuch $31''$
2. Versuch $31\frac{1}{2}''$ } $31''$.

Erfahrung 5. Die Mundstücke $\phi^*)$ und ψ genau mit einander verbunden.

1. Versuch $23\frac{1}{2}''$
2. Versuch $24''$
3. Versuch $23\frac{1}{2}''$ } $23\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 6. Cylindrische Röhre, 1 Zoll lang. Das Wasser folgte nicht den Wänden der Röhre.

1. Versuch $59\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 7. Cylindrische Röhre, 1 Zoll lang, an der Einmündung mit ϕ verbunden. Das Wasser folgte den Wänden der Röhre.

1. Versuch $38''$
2. Versuch $38\frac{1}{2}''$ } $38\frac{1}{4}''$.

Erfahrung 8. Cylindrische Röhre, 1 Zoll lang, bei der Einmündung mit ϕ , bei der Ausmündung mit ψ verbunden.

1. Versuch $27\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $27\frac{1}{2}''$.

*) Wenn das Mundstück ϕ ohne weitere Bemerkungen angeführt wird, so ist immer dasjenige mit

Erfahrung 9. Cylindrische Röhre, 3 Zoll lang.
Das Wasser folgte nicht den Wänden der Röhre.

1. Versuch $59\frac{1}{2}''$.

Das Wasser folgte den Wänden der Röhre.

2. Versuch $45''$ }
3. Versuch $44\frac{1}{2}''$ } $44\frac{1}{2}''$.

Dieselbe Röhre innerhalb des Behälters angebracht, so daß sie von allen Seiten mit Wasser umgeben war, und ihre Ausmündung mit der Innern Fläche des Behälters in einerlei Ebene lag.

4. Versuch $45''$; 5. Versuch $45''$.

Bei einer $1\frac{1}{2}$ Zoll langen innerhalb des Behälters angebrachten Röhre, wobei das Wasser den Wänden folgte, fand man dieselbe Zeit.

Erfahrung 10. Cylindrische 3 Zoll lange Röhre, mit der Einmündung ϕ .

1. Versuch $39''$ }
2. Versuch $38\frac{1}{2}''$ } $38\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 11. Cylindrische 3 Zoll lange Röhre, mit der Ausmündung ψ .

1. Versuch $33\frac{1}{2}''$ }
2. Versuch $33''$ } $33\frac{1}{2}''$.
3. Versuch $33''$ }

scharfen Kanten zu verstehen, welches bei der zweiten Erfahrung zu den Versuchen diente. E.

Erfahrung 12. Cylindrische 3 Zoll lange Röhre, mit Φ und Ψ .

1. Versuch $27\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $27\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 13. Cylindrische 12 Zoll lange Röhre.

1. Versuch $48''$; 2. Versuch $48''$.

Erfahrung 14. Cylindrische 12 Zoll lange Röhre, mit Φ .

1. Versuch $42\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $42\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 15. Cylindrische 12 Zoll lange Röhre, mit Ψ .

1. Versuch $37\frac{1}{2}''$
2. Versuch $38''$
3. Versuch $37\frac{1}{2}''$ } $37\frac{1}{4}''$.

Erfahrung 16. Cylindrische 12 Zoll lange Röhre, mit Φ und Ψ .

1. Versuch $33''$
2. Versuch $33\frac{1}{2}''$ } $33\frac{1}{4}''$.

Erfahrung 17. Cylindrische 24 Zoll lange Röhre.

1. Versuch $50''$
2. Versuch $51''$ } $50\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 18. Cylindrische 24 Zoll lange Röhre, mit Φ .

1. Versuch $46''$.

Erfahrung 19. Cylindrische 24 Zoll lange Röhre, mit Ψ .

1. Versuch $40\frac{1}{2}''$
2. Versuch $41''$
3. Versuch $41''$ } $40\frac{3}{8}''$.

Erfahrung 20. Cylindrische 24 Zoll lange Röhre, mit Φ und ψ .

1. Versuch $37\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $37\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 21. Cylindrische 36 Zoll lange Röhre.

1. Versuch $54''$; 2. Versuch $54''$.

Erfahrung 22. Cylindrische 36 Zoll lange Röhre, mit Φ .

1. Versuch $49\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $49\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 23. Cylindrische 36 Zoll lange Röhre, mit ψ . Das Wasser folgte nicht den Wänden der Röhre ψ , sondern nur dem Untertheile derselben.

1. Versuch $52\frac{1}{2}''$.

Wenn das Wasser genöthigt wurde, den Wänden der Röhre ψ zu folgen.

2. Versuch $44''$; 3. Versuch $44''$; 4. Versuch $44''$.

Erfahrung 24. Cylindrische 36 Zoll lange Röhre, mit Φ und ψ .

1. Versuch $40\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $40\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 25. Cylindrische 48 Zoll lange Röhre.

1. Versuch $58''$; 2. Versuch $58''$.

Erfahrung 26. Cylindrische 48 Zoll lange Röhre, mit Φ .

1. Versuch $53\frac{1}{2}''$ } $53\frac{1}{2}''$
2. Versuch $53''$ }

Erfahrung 27. Cylindrische 48 Zoll lange Röhre, mit ψ . Das Wasser folgte den Wänden der Röhre.

1. Versuch 48"; 2. Versuch 48".

Erfahrung 28. Cylindrische 60 Zoll lange Röhre.

1. Versuch 61"; 2. Versuch 61".

Erfahrung 29. Cylindrische 60 Zoll lange Röhre, mit ϕ .

1. Versuch 57" } 56"
2. Versuch 56" }

Erfahrung 30. Cylindrische 60 Zoll lange Röhre, mit ψ . Das Wasser folgte den Wänden der Röhre ψ , außer etwa $\frac{1}{4}$ des Obertheils blieb unausgefüllt, und das Wasser war durch keinen Kunstgriff dahin zu bringen, daß es die Röhre gänzausfüllte.

1. Versuch 52"; 2. Versuch 52".

Um die vorstehenden Erfahrungen besser zu übersehen und auf eine gemeinschaftliche Einheit zurückzuführen, darf man nur die Zeit bestimmen, in welcher bei der anfänglichen Druckhöhe von 5 Fuß und den übrigen bekannten Abmessungen, 4,56 Kubikzoll Wasser durch eine 1 Zoll weite kreisförmige Oeffnung ablaufen, indem man voraussetzt, daß weder Contraction noch andere Hindernisse die Bewegung des Wassers aufhalten, sondern dasselbe eben die Geschwindigkeit in der Oeffnung, wie ein frei fallender Körper erlangt. Dieses giebt die Zeit

für die *hypothetische Wassermenge* = 36,745". Da nun die Zeiten des Ausflusses gleicher Wassermengen, bei gleichen Gefäßen ohne Zufluß, die sich mit verschiedner Contraction ausleeren, umgekehrt wie die Wassermengen verhalten, welche bei unveränderten Druckhöhen und mit derselben Contraction in gleichen Zeiten auslaufen würden; *) so giebt dieses ein leichtes Mittel, bei sämtlichen vorstehenden Erfahrungen anzugeben, wie sich die Wassermenge, welche bei unveränderten Druckhöhe ausgelaufen wäre, zur hypothetischen verhält.

*) Wenn T die Zeit ist, in welcher sich das Gefäß, dessen Querschnitt A und Ausflußöffnung a ist, ohne Contraction bei der anfänglichen Druckhöhe h um die Tiefe k ausleert, und t diese Zeit für eine bestimmte Contraction bei eben diesem Gefäße bezeichnet; und wenn ferner bei unveränderter Druckhöhe h in der Zeit τ ohne Contraction die Wassermenge M , und in eben der Zeit mit Contraction die Wassermenge m ausläuft; und wenn endlich α den Coefficienten bedeutet, womit \sqrt{h} multiplicirt werden muß, damit man c erhalte: so ist nach hydraulischen Gründen

$$T = \frac{2}{\alpha \sqrt{g}} [\sqrt{h} - \sqrt{(h-k)}] \frac{A}{a} \text{ und}$$

$$t = \frac{2}{\alpha} [\sqrt{h} - \sqrt{(h-k)}] \frac{A}{a}.$$

Ferner $M = \tau a \alpha \sqrt{g} \sqrt{h}$ und

$m = \tau a \alpha \sqrt{h}$; daher verhält sich

$$T : t = \alpha : \alpha \sqrt{g} \text{ und}$$

$$m : M = \alpha : \alpha \sqrt{g}; \text{ folglich}$$

$$T : t = m : M,$$

E.

In der folgenden ersten Tafel bedeutet Φ die Einmündung mit scharfen, Φ' dieselbe mit abgerundeten Kanten, und ψ die Ausmündung. In den Versuchen, wobei diese Buchstaben stehn, wurden diese Ansatzröhren gebraucht, in den übrigen nicht. Das hinterste Ende der Einmündungen, das vorderste der Ausmündungen, und alle cylindrische Röhren waren genau 1 Zoll weit; die Zahl von Zollen in der zweiten Spalte zeigt die Länge der angewandten cylindrischen Röhre an. Die wirkliche Wassermenge in der letzten Spalte ist in Theilen der hypothetischen Wassermenge, als Einheit, ausgedrückt.

27.30	1	1.0	1.0
28.00	1	1.0	1.1
28.70	1	1.0	1.2
29.40	1	1.0	1.3
30.10	1	1.0	1.4
30.80	1	1.0	1.5
31.50	1	1.0	1.6
32.20	1	1.0	1.7
32.90	1	1.0	1.8
33.60	1	1.0	1.9
34.30	1	1.0	2.0
35.00	1	1.0	2.1
35.70	1	1.0	2.2
36.40	1	1.0	2.3
37.10	1	1.0	2.4
37.80	1	1.0	2.5
38.50	1	1.0	2.6
39.20	1	1.0	2.7
39.90	1	1.0	2.8
40.60	1	1.0	2.9
41.30	1	1.0	3.0
42.00	1	1.0	3.1
42.70	1	1.0	3.2
43.40	1	1.0	3.3
44.10	1	1.0	3.4
44.80	1	1.0	3.5
45.50	1	1.0	3.6
46.20	1	1.0	3.7
46.90	1	1.0	3.8
47.60	1	1.0	3.9
48.30	1	1.0	4.0
49.00	1	1.0	4.1
49.70	1	1.0	4.2
50.40	1	1.0	4.3
51.10	1	1.0	4.4
51.80	1	1.0	4.5
52.50	1	1.0	4.6
53.20	1	1.0	4.7
53.90	1	1.0	4.8
54.60	1	1.0	4.9
55.30	1	1.0	5.0
56.00	1	1.0	5.1
56.70	1	1.0	5.2
57.40	1	1.0	5.3
58.10	1	1.0	5.4
58.80	1	1.0	5.5
59.50	1	1.0	5.6
60.20	1	1.0	5.7
60.90	1	1.0	5.8
61.60	1	1.0	5.9
62.30	1	1.0	6.0
63.00	1	1.0	6.1
63.70	1	1.0	6.2
64.40	1	1.0	6.3
65.10	1	1.0	6.4
65.80	1	1.0	6.5
66.50	1	1.0	6.6
67.20	1	1.0	6.7
67.90	1	1.0	6.8
68.60	1	1.0	6.9
69.30	1	1.0	7.0
70.00	1	1.0	7.1
70.70	1	1.0	7.2
71.40	1	1.0	7.3
72.10	1	1.0	7.4
72.80	1	1.0	7.5
73.50	1	1.0	7.6
74.20	1	1.0	7.7
74.90	1	1.0	7.8
75.60	1	1.0	7.9
76.30	1	1.0	8.0
77.00	1	1.0	8.1
77.70	1	1.0	8.2
78.40	1	1.0	8.3
79.10	1	1.0	8.4
79.80	1	1.0	8.5
80.50	1	1.0	8.6
81.20	1	1.0	8.7
81.90	1	1.0	8.8
82.60	1	1.0	8.9
83.30	1	1.0	9.0
84.00	1	1.0	9.1
84.70	1	1.0	9.2
85.40	1	1.0	9.3
86.10	1	1.0	9.4
86.80	1	1.0	9.5
87.50	1	1.0	9.6
88.20	1	1.0	9.7
88.90	1	1.0	9.8
89.60	1	1.0	9.9
90.30	1	1.0	10.0

In der folgenden zweiten Tafel sind die Resultate der Versuche mit den Röhren von 1 Zoll Durchmesser, welche in der ersten Tafel beschrieben sind, angegeben. Die Zahlen in der ersten Spalte sind die Längen der Röhren in Zollen, die in der zweiten Spalte die wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothetischen Wassermenge, als Einheit, ausgedrückt.

Erste Tafel.

Erfahrung.	Ansatzröhren.	Beobachtete Zeit des Anschlusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothetischen.
1	32"	59 $\frac{1}{2}$ "	0,6176
2	30"	40"	0,9186
3	30"	37 $\frac{1}{2}$ "	0,9798
4	30" ↓	31 $\frac{1}{2}$ "	1,1748
5	30" ↓	23 $\frac{1}{2}$ "	1,5516
6	1"	59 $\frac{1}{2}$ "	0,6176
7	1"	38 $\frac{1}{2}$ "	0,9806
8	1" ↓	27 $\frac{1}{2}$ "	1,3362
9	3"	44 $\frac{1}{2}$ "	0,8211
10	3"	38 $\frac{1}{2}$ "	0,9482
11	3" ↓	33 $\frac{1}{2}$ "	1,1079
12	3" ↓	27 $\frac{1}{2}$ "	1,3362
13	12"	48"	0,7655
14	12"	42 $\frac{1}{2}$ "	0,8646
15	12" ↓	37 $\frac{1}{2}$ "	0,9798
16	12" ↓	33 $\frac{1}{2}$ "	1,1051
17	24"	50 $\frac{1}{2}$ "	0,7276
18	24"	46"	0,7988
19	24" ↓	40 $\frac{1}{2}$ "	0,8999
20	24" ↓	37 $\frac{1}{2}$ "	0,9798
21	36"	54"	0,6804
22	36"	49 $\frac{1}{2}$ "	0,7523
23	36" ↓	44"	0,8351
24	36" ↓	40 $\frac{1}{2}$ "	0,9073
25	48"	58"	0,6335
26	48"	53 $\frac{1}{2}$ "	0,6900
27	48" ↓	48"	0,7655
28	60"	61"	0,6024
29	60"	56 $\frac{1}{2}$ "	0,6475
30	60" ↓	52"	0,7066

In der vorstehenden Tafel sind sämtliche Versuche nach der Länge der einen Zoll weiten Röhren geordnet. Stellt man aber diejenigen Versuche zusammen, welche sich auf Röhren von einerlei Art be-

beziehen, so entstehen zur bessern Vergleichung noch folgende vier Tafeln.

Zweite Tafel.

Cylindrische Röhren ohne Einmündung oder Ausmündung.

	Länge der cylindri- schen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Aus- flusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothe- tischen.
1	($3\frac{1}{2}$)	59 $\frac{1}{2}$	0,6176
2	1	59 $\frac{1}{2}$	0,6176
3	3	44 $\frac{1}{2}$	0,8211
4	12	48	0,7655
5	24	50 $\frac{1}{2}$	0,7276
6	36	54	0,6804
7	48	58	0,6335
8	60	61	0,6024

Dritte Tafel.

Cylindrische Röhren mit der Einmün- dung Φ .

	Länge der cylindri- schen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Aus- flusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothe- tischen.
1	Φ 0	40	0,9186
2	Φ 1	38 $\frac{1}{2}$	0,9606
3	Φ 3	38 $\frac{1}{2}$	0,9482
4	Φ 12	42 $\frac{1}{2}$	0,8646
5	Φ 24	46	0,7988
6	Φ 36	49 $\frac{1}{2}$	0,7423
7	Φ 48	53 $\frac{1}{2}$	0,6900
8	Φ 60	56 $\frac{1}{2}$	0,6475

Vierte Tafel.
Cylindrische Röhren mit der Ausmündung ψ .

	Länge der cylindri- schen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Aus- flusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothe- tischen.
1	0 ψ	31 $\frac{1}{2}$	1,1758
2	3 ψ	33 $\frac{1}{2}$	1,1079
3	12 ψ	37 $\frac{1}{2}$	0,9798
4	24 ψ	40 $\frac{1}{2}$	0,8999
5	36 ψ	44	0,8358
6	48 ψ	48	0,7633
7	60 ψ	52	0,7066

Fünfte Tafel.
Cylindrische Röhren mit der Einmündung ϕ und der Ausmündung ψ .

	Länge der cylindri- schen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Aus- flusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothe- tischen.
1	ϕ 0 ψ	23 $\frac{1}{2}$	1,5526
2	ϕ 1 ψ	27 $\frac{1}{2}$	1,3361
3	ϕ 3 ψ	27 $\frac{1}{2}$	1,3361
4	ϕ 12 ψ	33 $\frac{1}{2}$	1,1051
5	ϕ 24 ψ	37 $\frac{1}{2}$	0,9798
6	ϕ 36 ψ	40 $\frac{1}{2}$	0,9073

Die in diesen Tafeln geordneten Erfahrungen berechtigen uns zu folgenden Schlüssen.

1. Unter übrigens gleichen Umständen verhalten sich die Wassermengen, die aus einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zu denen, die aus der Mündung ϕ , nach der Form des zusammengezogenen Strahls, ausflossen, wenn die Ausmündung

der Röhre Φ gleiche Weite mit der Oeffnung in der dünnen Wand hat, wie $40 : 59\frac{1}{2}$, das ist, wie $1 : 1,487$;

und sind die scharfen Kanten der Mündung Φ abgerundet, wie $37\frac{1}{2} : 59\frac{1}{2}$, oder wie $1 : 1,587$.

2. Bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zur Mündung ψ , wenn die Einmündung der Röhre ψ der Oeffnung in der dünnen Wand gleich ist, wie $31\frac{1}{4} : 59\frac{1}{2}$, oder wie $1 : 1,904$.

3. Bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zu der aus den Röhren Φ und ψ zusammengesetzten Mündung, wie $23\frac{3}{4} : 59\frac{1}{2}$, das ist, wie $1 : 2,514$.

Es ist bemerkenswerth, daß durch diese Zusammensetzung um die Hälfte mehr Wasser ausläuft, als wenn das Wasser wie ein frei fallender Körper beschleunigt würde.

4. Die Wassermenge bei einer kurzen cylindrischen Ansatzröhre, verhält sich zu der, mit der kurzen Ansatzröhre verbundenen Einmündung Φ , wie $38\frac{1}{4} : 44\frac{1}{4}$, oder wie $1 : 1,154$.

5. Bei einer kurzen cylindrischen Ansatzröhre, zu dieser Röhre mit der Ausmündung ψ verbunden, wie $33\frac{1}{8} : 44\frac{1}{4}$, oder wie $1 : 1,349$.

6. Bei einer kurzen Ansatzröhre, zu dieser mit der Ein- und Ausmündung Φ und ψ verbundenen Röhre, wie $27\frac{1}{2} : 44\frac{1}{4}$, das ist, wie $1 : 1,627$.

So weit diese Schlüsse von Oeffnungen in einer dünnen Wand oder von kurzen Ansatzröhren gelten, können sie durch die beschriebenen Versuche gerechtfertigt werden; wenn aber Venturi in seinen Un-

versuchungen etc., Satz VII. (*Anhalen der Physik*, II, 460.) behauptet, daß man durch angemessene Ein- und Ausmündungen bei jeder cylindrischen Röhre die Wassermenge im Verhältnisse von 10 zu 24 vermehren könne, und sich dieserhalb auf seine Versuche mit 3 Zoll langen Röhren beruft; so ist offenbar der Schluss von kurzen Ansatzröhren zu weit ausgedehnt, wenn er von jeder cylindrischen Röhre gelten soll.

Daß bei längern Röhren die Wassermenge nicht in einem eben so großen Verhältnisse vermehrt wird, wie bei kurzen Ansatzröhren, beweisen meine Versuche hinlänglich, und es muß irgend eine Röhrenlänge geben, wo die Mündungen Φ und ψ gar keine Vermehrung der Wassermenge bewirken.

Vergleicht man die Wassermengen der zweiten Tafel mit denen der dritten, so stehen die Vermehrungen, welche durch die Einmündung Φ bewirkt werden, in folgenden Verhältnissen:

Länge der Röhre:

3 Zoll	$38\frac{1}{2} : 44\frac{1}{2} = 1 : 1,154$
12 —	$42\frac{1}{2} : 48 = 1 : 1,139$
24 —	$46 : 50\frac{1}{2} = 1 : 1,098$
36 —	$49\frac{1}{2} : 54 = 1 : 1,091$
48 —	$53\frac{1}{2} : 58 = 1 : 1,089$
60 —	$56\frac{1}{2} : 61 = 1 : 1,075$

woraus hervorgeht, daß die Mündung Φ die Wassermenge bei langen Röhren nicht eben so vermehrt, wie bei kurzen Ansatzröhren.

Dasselbe gilt von der Ausmündung ψ .

Länge der Röhre:

3 Zoll	$33\frac{1}{2}$	$: 44\frac{1}{2}$	$= 1 : 1,349$
12 —	$37\frac{1}{2}$	$: 48$	$= 1 : 1,280$
24 —	$40\frac{5}{8}$	$: 50\frac{1}{2}$	$= 1 : 1,236$
36 —	44	$: 54$	$= 1 : 1,227$
48 —	48	$: 58$	$= 1 : 1,208$
60 —	52	$: 61$	$= 1 : 1,173$

Ähnliche Abnahme in der Vermehrung der Wassermenge findet man für längere Röhren, wenn die Mündungen ϕ und ψ zusammen angebracht werden. Auch habe ich zur Ueberzeugung, daß bei einer gewissen Länge der Röhre die Mündung ψ keine Vermehrung der Wassermenge bewirke, unter 3 Fufs Druckhöhe, mit einer 20 Fufs langen Röhre Versuche angestellt, bei welcher immer eben dieselbe Wassermenge in gleicher Zeit erhalten wurde, man mochte ψ anbringen oder nicht; auch war es nicht möglich, zu bewerkstelligen, daß das Wasser die ganze Röhre ψ ausfüllte, weil es sich immer von dem obern Theile derselben losriß.

Wenn es nun gleich wahrscheinlich ist, daß für kleinere Geschwindigkeiten des ausfließenden Wassers die Weite der Ausmündung der Röhre ψ kleiner werden muß, so läßt sich doch absehen, daß, wenn hierdurch auch eine geringe Vermehrung der Wassermenge bewirkt wird, diese doch nie so beträchtlich seyn kann, wie sie Venturi angiebt.

IV.

BESCHREIBUNG

einer erprobten Compensation für Pendeluhren,

von

J. F. A. DÖHLER,

Prof. der Math. am Gymnas. zu Altenburg.

Da das neueste astronomische Jahrbuch des Herrn Prof. Bode, auf das Jahr 1803, die Compensation für Pendeluhren und deren Verbesserung wieder in Anregung bringt; so, glaube ich, wird es Liebhabern guter Uhren nicht unangenehm seyn, hier die Beschreibung einer neuen Compensation zu finden, die ich schon vor mehrern Jahren an einer zu astronomischem Behufe von mir gefertigten Uhr angebracht, und seitdem genugsam erprobt habe. Ist sie auch nicht so einfach als die, welche in Bode's astronomischem Jahrbuche für das Jahr 1803, Seite 213, beschrieben wird: so gewährt sie dagegen die Vortheile, daß sie 1. *sich sehr leicht berichtigen läßt*, im Falle sie, wegen verschiedner Ausdehnung und Zusammenziehung des dazu gebrauchten Metalls, oder wegen anderer Ursachen, ihre Dienste nicht sogleich vollkommen thun sollte; und daß 2. durch Beihülfe derselben die Uhr *ohne grossen Zeitverlust* regulirt werden kann.

Taf. II, Fig. 3, zeigt diese Compensation im Profil. *AB* ist die hintere Platte der Uhr, zwischen

welcher und der hier nicht gezeichneten Vorderplatte $\alpha\beta$ die zwei Räder stehen, welche bei dieser Uhr das ganze so genannte Gehewerk ausmachen. CD ist die hintere Wand des hölzernen Gehäuses, worauf die Uhr steht, statt weren man sich mit weit mehrern Vortheile einer starken Mauer bedienen kann, wenn man das hölzerne Gehäuse ohne Rückwand läßt, dagegen aber dasselbe so dicht als möglich an die Mauer anrückt. In Ermangelung einer solchen feststehenden Wand, habe ich mich zur Aufhängung des gegen 30 Pfund schweren Pendels einer zwei Zoll starken geradjährigen kiefernen Pfoße bedient, welche die Rückwand des Gehäuses ausmacht.

Za ist ein eiserner Hebel, dessen Hypomochlion in a liegt, um welches er sich frei, etwas auf- und niederwärts bewegen kann. Von Z bis gegen b hin hat dieser Hebel eine schon etwas weite Spalte in vertikaler Richtung, damit die Federn, welche das Pendel tragen, ungehindert hindurch gehn und auch zwei andere, bald zu erwähnende Stücke, aufgenommen werden können. bcd ist die eiserne $\frac{3}{4}$ Zoll ins Gevierte starke *Compensationsstange*, welche bei c etwas gekröpft ist, und unten ein breites starkes Blatt hat, womit sie an die Rückwand des hölzernen Gehäuses mit mehrern Schrauben, oder besser an die oben gedachte Mauer, ganz unerschütterlich befestigt wird. An dem obern Ende b dieser Stange befindet sich ein beweglicher Zapfen, auf welchem der Hebel Za aufliegt, und dieser Za-

pfen läßt sich vermöge der Schraube *g* sehr sanft, in horizontaler Richtung, etwas vorwärts gegen die Uhr, und etwas rückwärts bewegen. *ef* ist ein Kloben mit zwei messingenen Rollen, zwischen welchen sich die Compensationsstange ohne beträchtliche Friction verschiebt, und welcher dazu dient, das Wanken der gedachten Stange zu verhüten.

Die eiserne *Pendelstange Tu*, (in deren Spalte der Haken *Vti* eingreift, der ihr und dem ganzen Pendel die verlorhne Bewegung, indem er die feine ursprünglich von dem Uhrgewichte, vermöge des Grahamischen Ankers, erhält, immer wieder mittheilt,) hat oben einen Steg *FH*, in welchen die beiden Federn *EF* und *GH*, um konische Schwingungen zu vermeiden, mit Stiften beweglich befestigt sind. Die obern Enden dieser Federn sind auf gleiche Art in den messingenen Steg *EG* befestigt, welcher zugleich die runde Scheibe *RS* trägt, deren Peripherie in 100 Theile getheilt ist. In dem Mittel dieses Steges befindet sich die Mutter für die Schraube *No*, mit dem ränderirten Kopfe *N*, welche zugleich den Weiser *PQ* so trägt, daß er nach Zurückdrehung einer kleinen Schraube bei *P* um den Hals der großen Schraube *No* bewegt, aber alsdann auch, wenn gedachte kleine Schraube wieder angezogen wird, festgestellt, und genöthigt werden kann, sich mit der großen Schraube zugleich zu bewegen. Außer diesen befinden sich an der untern Seite des Stegs *EG* noch zwei metallene Parallelepiped *IK* und *LM*, welche genau in die

Spalte des Hobels *Za* passen, und also den Steg und folglich das ganze Pendel verhindern, sich mit zu drehen, wenn die Stellschraube *No* in Bewegung gesetzt wird. Der Zeiger *PQ* hat bei *Q* eine etwas lange, vertikal stehende Schneide, damit man an derselben hinunter visiren, und also genau bemerken kann, auf welchen Punkt der Theilung auf der Scheibe *RS* der Weiser eigentlich zeigt, da es nicht möglich ist, daß derselbe allemahl dicht bei dieser Scheibe steht, sondern es vielmehr vorthailhaft ist, anfänglich die Uhr größtentheils durch die an dem untern Ende der Pendelstange, wie gewöhnlich, befindliche Schraube aus dem Groben so zu reguliren, daß, wenn sie schon beinahe die Zeit hält, der Zeiger *PQ* noch in beträchtlicher Entfernung von dem Zifferblatte *RS* steht, damit man die Schraube *No* bei der genauern Regulirung der Uhr noch um etwas beträchtliches vor- und rückwärts drehen kann, ohne daß deswegen der Zeiger auf *RS* aufzuliegen kommt.

VW endlich ist eine messingene Platte, welche an den Kloben *V* der Uhr, welcher den hintern Zapfen der Spindel des Ankers hält, mit Schrauben stark befestigt ist. Der Theil α dieser Platte, (im Querschnitte derselben in Figur 4,) schiebt sich in einem Falze des andern Theils β so, daß er durch die Schraube γ dem zweiten Theile der Platte β willkührlich genähert, und also die zwischen beiden Theilen entstehende Spalte nach Verlangen erweitert und verengert werden kann. Nimmt man also den Theil

a nebst der Schraube γ ganz hinweg, so kann man, ehe die Uhr selbst auf das Gehäuse gesetzt wird, die Federn des Pendels EF und GH , durch die bei Z offene Spalte des Hebels hineinschieben, und also das Pendel so aufhängen, daß es von dem Hebel Za getragen wird, indem die Spitze der Schraube No in eine zu diesem Endzwecke bei o gemachte Vertiefung im Hebel eingreift, und so das ganze Pendel trägt, ohne daß dasselbe weder vor- noch rückwärts rücken, oder bei Veränderung der Lage des Hebels, aus seiner vertikalen Richtung kommen kann. Bringt man nun endlich das Stück a , nebst seiner Schraube γ , wieder an gehörigen Ort, und zieht die Schraube so lange an, bis die Federn EF , GH zwar genau an die innere Seite der Spalte zwischen α und β anliegen, aber nicht fest geklemmt werden; so wird das *centrum suspensionis* des Pendels bis in gedachte Spalte herabgerückt, und es fällt für sich in die Augen, daß, wenn der Hebel Za , welcher in seinem Mittel zwischen o und a , bei b auf der Compensationsstange aufliegt, bei Z aufwärts steigt, das Pendel verkürzt, hingegen aber dasselbe verlängert wird, wenn der gedachte Hebel bei Z sinkt. Wird nun also durch eine höhere Temperatur, als die war, bei welcher man die Uhr regulirte, die Länge des Pendels vergrößert, so wird das Nämliche auch mit der Compensationsstange bc erfolgen. Geschieht das Letztere, so wird der Hebel, der das Pendel trägt, dadurch gehoben, folglich auch das Pendel, also sein Aufhängepunkt nä-

her gegen *FH* gerückt, oder, mit andern Worten, das Pendel wieder verkürzt, und so alles umgekehrt bei zunehmender Kälte; und also wäre nur noch zu zeigen, wie man es dahin bringen kann, daß das Pendel durch die Compensationsstange gerade wieder so viel verkürzt oder verlängert wird, als die veränderte Temperatur solches thut.

Wie schon oben bemerkt worden, befindet sich der Punkt *b*, in welchem der Hebel auf der Compensationsstange aufliegt, im Mittel zwischen *o* und *a*; folglich wird der Punkt *o*, und also auch das Pendel, allemahl noch einmahl so hoch, als der Punkt *b* gehoben. Weiter ist auch schon angeführt worden, daß die Compensationsstange halb so lang als das Pendel ist, folglich leidet sie auch, alles andere gleich gesetzt, bei gleicher Temperatur nur halb so viel Ausdehnung als das Pendel. Aber wegen der Einrichtung des Hebels wird das Pendel allemahl noch einmahl so hoch gehoben, als der Endpunkt *b* der Compensationsstange steigt; folglich, da dieselbe nur halb so viel als das Pendel verlängert wird, diese halb so große Verlängerung aber eine noch einmahl so große Verkürzung des Pendels bewirkt, muß das Pendel durch die Compensation gerade so viel verkürzt werden, als die erhöhte Temperatur solches verlängert. Aber gesetzt auch, daß sich die Compensationsstange, entweder wegen einer falschen Länge, die man ihr gegeben, oder wegen der verschiedenen Ausdehnung des Eisens, das zur Pendel- und Compensationsstange gebraucht

worden, nicht gerade halb so viel als die Pendelstange ausdehnt, oder dafs, weil der Hebel nicht gerade im Mittel zwischen o und a aufliegt, das Pendel nicht gerade noch einmahl so viel gehoben wird, als sich die Compensationsstange ausdehnt, so kann man sich doch durch die Schraube g helfen. Wird das Pendel bei zunehmender Wärme nicht genug gehoben, so darf man nur diese Schraube so drehen, dafs der obere Zapfen an der Compensationsstange etwas näher gegen den Ruhepunkt des Hebels a gebracht wird, da dann bei der nämlichen Ausdehnung der Compensationsstange das Pendel mehr gehoben wird; oder man darf diesen Zapfen nur etwas weiter gegen die Uhr hin schrauben, wenn das Pendel mehr verkürzt würde, als nöthig wäre. Also wird man auch hier leicht durch einige Proben zu seinem Endzwecke gelangen können, dafs jede Veränderung der Länge des Pendels aufs genaueste compensirt wird.

Was endlich die Eingangs gedachte, bei dieser Compensation mit angebrachte Einrichtung betrifft, die Uhr leicht, vollkommen genau, und in kurzer Zeit auf ihren richtigen Gang zu setzen; so kann solches auf folgende Art geschehen. Gesetzt, man habe durch Verschraubung des Knopfs am Perpendikel die Uhr so weit regulirt, dafs sie z. B. alle 24 Stunden noch $18''$ von der mittlern Zeit abweicht, so stelle man, vermöge der oben gedachten Einrichtung, den Zeiger PQ auf Null, ohne die Schraube N zu verrücken, und besetze ihn wie-

der in dieser Stellung, daß er sich nun mit der gedachten Schraube zugleich bewegen muß. Nun rücke man den Zeiger durch Umdrehung dieser Schraube nach einer solchen Richtung, daß das Pendel länger wird, wenn die Uhr zu geschwind geht, oder kürzer, wenn sich die Uhr verspätet, anfänglich nur auf das Gerathewohl, um eine grössere oder kleinere Menge Hunderttheile fort, und lasse nun, um zu erfahren wie viel der Gang der Uhr dadurch geändert worden, dieselbe wiederum 24 Stunden fortgehen. Gesetzt, man fände, daß sie nunmehr nur noch um 6" fehle; so wird man leicht aus der Anzahl der Sekunden, um welche sich der Gang der Uhr durch die erste Correction geändert hat, aus der Anzahl der Hunderttheile, um welche man den Tag zuvor den Zeiger fortrückte, und aus der Zahl der Sekunden, um welche die Uhr noch differirt, nach der bekannten Berechnung der Pendellängen, finden können, um wie viel Hunderttheilchen man den Zeiger noch verstellen muß, damit die Uhr die Zeit gehörig hält, und also sehr bald dasjenige erlangen, wozu sonst, wenn man aufs gute Glück am Pendelknopfe schrauben müßte, eine große Menge Versuche gehören würden. Daß man sich alsdann leicht ein für allemahl eine Tabelle berechnen kann, aus welcher man augenblicklich übersehen kann, um wie viel Hunderttheilchen man den Zeiger vor- oder rückwärts stellen muß, wenn die Uhr um eine gegebene Anzahl von Sekunden in 24 Stunden geschwinder oder

langfamer gehen soll, braucht keiner weitem Erwähnung; aber das ist noch zu bemerken, daß das Vorzüglichste dieser Einrichtung darin besteht, daß man die Länge des Pendels schon um etwas beträchtliches verändern kann, ohne deswegen die Uhr in ihrem Gange zu unterbrechen, welches allerdings von Wichtigkeit ist, da es bekannt ist, daß jede Uhr, nachdem sie aufgehalten, und alsdann aufs neue wieder in Gang gebracht worden, allemahl die erste Zeit über eine andere Bewegung annimmt, als sie gehabt haben würde, wenn sie ununterbrochen fortgegangen wäre.

Aus dem bisher Gesagten erhellet, daß der Gang der Uhr, von welcher hier die Rede ist, schon deswegen sehr gut seyn muß, weil er sich so leicht berichtigen läßt; aber von der Compensation und leichten Correction des Ganges hängt freilich die gleichförmige Bewegung einer Uhr noch nicht allemahl ab. Füge ich aber dem Gesagten noch bei, daß, ungeachtet weder die Zapfen dieser Uhr in harten Steinen, sondern nur in hart gehämmertem Messing laufen, noch auch die Platten des Ankers aus dergleichen Steinen, wohl aber aus dem besten englischen glasharten Stahle bestehen, doch ihr Gang deswegen sehr vollkommen ist, weil 1. durch ihren sehr einfachen Bau, (sie weiset mit 2 Rädern und Einem Getriebe im Gehe-, und Einem Rade und Einem Getriebe im Weiserwerke, Stunden, Minuten und Sekunden, ohne allen Spielraum der Weiser, und zwar die Sekunden mit einem $6\frac{1}{2}$ Zoll

längen, nicht schwebenden Zeiger,) eine Menge ungleich wirkender Hindernisse gehoben worden, wodurch die Irregularität anderer 8 Tage und länger in einem Aufzuge gehender Uhren verursacht wird; 2. weil die Reibung der einzelnen Theile derselben unter sich so geringe ist, daß, um die Uhr beständig im Gange zu erhalten, ein Gewicht von mehr nicht als $24\frac{3}{4}$ Loth nöthig ist; 3. weil sie, ungeachtet sie am besten alle 24 Stunden aufgezogen wird, dennoch dadurch nicht die geringste Störung in ihrer Bewegung leidet, weil keine Hilfsfeder, (von der man doch nie versichert ist, daß sie gerade mit der nämlichen Gewalt, als sonst das Gewicht, die Uhr zur Bewegung antreibt, und allemahl, so lange sie noch nach dem Aufziehen mit dem Gewichte zugleich auf die Uhr wirkt, ihren Gang ändern muß,) sondern das Uhrgewicht selbst sie auch während des Aufziehens unverändert, ganz so wie sonst im Gange erhält; 4. weil alle Stücke dieser Uhr mit der äußersten Sorgfalt bearbeitet, und überall, wo es nöthig, z. B. am Anker, desgleichen an dem Haken *Vti*, der dem Pendel die Bewegung mittheilt, um leicht einen gleichen Abfall zu erhalten, Correctionschrauben angebracht sind; vorzüglich aber, weil die Zähne der Räder auf einer Maschine, und also auch mit der nämlichen Genauigkeit bearbeitet werden, auf welcher schon mehrere-mahl mathematische Instrumente, von nicht mehr als 4 Zoll Radius, so genau eingetheilt worden, daß sich, vermöge derselben und des auf eben dieser

Maschine getheilten Nonius, Winkel bis auf $\frac{1}{2}$ Minute genau ohne Schätzung, und durch dieselbe noch genauer messen lassen; 5. weil das Uhrgewicht nie bei dem Pendel vorbeigeht, also auch die Bewegung desselben nie irritiren kann; und weil 6. um nicht zu weitläufig zu werden, überhaupt alle ältere und neuere mir bekanntgewordne hierher Bezug habende Bemerkungen benutzt worden sind: so wird man, wie ich hoffe, meinen Worten Glauben geben.

Schließlich zeige ich noch an, daß dergleichen Uhren künftig, nach Ablauf eines halben Jahres von der Zeit der Bestellung an, für 80 Rthlr. in Louisd'or à 5 Rthlr., halb bei der Bestellung praenumerando zu entrichten, jedoch ohne das hölzerne Gehäuse, bei mir zu haben seyn werden; ich werde aber von dem Gehäuse allemahl eine Zeichnung beilegen, nach welcher dasselbe jeder Tischler leicht wird verfertigen können.

V.

ALEXANDER VON HUMBOLDT'S
neue physikalische Beobachtungen in
spanischen Amerika.

Aus Briefen an FOURCROY und LALANDE. *)

1. Aus einem Briefe an Fourcroy. **)

Guayra d. 5ten Pluv. J. 8. (den 25. Jan. 1800.)

Das gelbe Fieber, welches in dieser Seestadt Südamerika's wüthet, zwingt uns, unsern Aufenthalt so sehr als möglich abzukürzen, daher ich Ihnen nur in aller Eil mit einem amerikanischen Schiffe schreibe, das in 2 Tagen nach Boston segelt. Man pflegt hier einen Brief in 4 bis 5 Copien nach Europa zu senden, damit er bei den vielen Kapereien sicher ankomme. Wo soll ich aber dazu die Zeit hernehmen? Seit meiner Abfahrt von Teneriffa habe ich Ihnen zweimahl geschrieben, an Delambre und Lalande einen Auszug aus meinen astronomischen

*) Vergleiche des Hrn. von Humboldt's frühere physikalische Nachrichten auf seiner Reise, in den *Annalen der Physik*, IV, 443, und VI, 185, besonders VI, 193. d. H.

**) Zusammengezogen aus einem complimentenreichen Briefe in den *Annales de Chimie*, t. 35, pag. 102 — 111. d. H.

Beobachtungen überschickt, (interessante Längenbestimmungen, Beobachtung der Sonnenfinsterniß am 6ten Brumaire, Träbanten - Verfinsterungen, und Beobachtungen über die Lichtstärke südlicher Sterne,)* und dem National-Institute eine chemische Abhandlung zugesandt. Die letztere handelt von der Phosphorescenz des Meeres, von einem eigenthümlichen Gas, welches sich in der Sonne aus der frischen Frucht (*cerise*) der *Cassia arabica*, nach 56 Stunden entwickelt, (ein oxydirtes Kohlenstoff-Wasserstoffgas, (*un carbure d'hydrogène oxydé et gazeux*,) welches vom Wasser absorbirt, diesem einen Alkohol-Geschmack giebt); von einem schneeweissen Feldspathe, der angefeuchtet allen Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft absorbirt; von der Milch der *Cecropia peltata* und der *Euphorbia curassavica*, im Verfolge Ihrer und Chaptal's trefflicher Aufsätze über das *Caoutchouc*; und von der Luft, die in den Vegetabilien circulirt. Möge alles dieses nicht unterwegs verloren gegangen seyn.

Ich genieße der besten Gesundheit, und werde von den Eingebornen mit Güte überhäuft. Die Empfehlungen und Begünstigungen der Regierung verschaffen mir alle zu wünschende Gelegenheit zu nützlichen wissenschaftlichen Untersuchungen. Keins meiner Instrumente, selbst die delikatesten, wie die Barometer, Thermometer, Hygrometer und das Borda'sche Inclinatorium, ist bis jetzt im Ge-

*) Man vergl. den folgenden Brief. d. H.

ringsten in Unordnung gekommen, und im Innern der Missionen unter den *Chaymas*, in den Bergen von *Toumiquiri*, war mein Laboratorium völlig so gut versehen als zu Paris.

Mein Gefährte Bonpland, Elève des botanischen Gartens zu Paris, wird mir täglich schätzbare. Er ist ein gründlicher Botaniker und vergleichender Anatom, dabei unermüdlich, und wird sicher einst viel leisten. Während der 7 Monate, die wir uns in diesem schönen Erdtheile befinden, haben wir, einschliesslich der Doubletten, schon gegen 4000 Pflanzen eingelegt, mehr als 800 neue oder wenig bekannte Arten beschrieben, (besonders neue Palmenarten, Kryptogamiten, *Besleria* und *Melastoma*,) vielen Samen für den botanischen Garten gesammelt, der in 2 Decaden an das Museum und an Sir Joseph Banks abgehn soll, Insecten und Muscheln gesammelt, und viele Zeichnungen zur Anatomie des Seegewürms verfertigt. Dazu kommen eine Menge magnetischer und electriccher Versuche, Beobachtungen über Feuchtigkeit, Temperatur und Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft, eine Messung der ganzen hohen Gebirgskette, die sich bis an die Küste von *Paria* hinzieht, deren Vulkane, (welche brennbare Luft, Schwefel und hepatisches Wasser auswerfen,) wir untersucht haben.

Fünf Monate haben wir im Innern Neu-Andalusiens und an den Küsten *Paria's* zugebracht, wo wir im Brumaire sehr starke Erdbeben erlebten. Die

Einwohner sind Indier, theils wilde, theils erst seit 5 bis 6 Jahren civilisirte. Wie soll ich Ihnen die dortige majestätische Vegetation der Wälder von *Ceiba*, *Hura* und *Hymenea* schildern, die nie ein Sonnenstrahl durchdringt; wie die mannigfaltigen Thiere, die sie bewohnen, die prächtig gefiederten Vögel, die Affen, die Tiger, und die über 30 Fuß langen Kaimans, von denen alle Flüsse voll sind?

Von *Cumana* gingen wir nach *Caraccas*, und blieben in dieser anmuthigen Hauptstadt den *Frimaire* und *Nivose* über. Sie liegt in einem 426 Toisen hohen Thale, wo, in $10^{\circ} 31'$ Breite, die Temperatur von Paris herrscht. Von dort bestiegen wir die berühmte *Silla* (?) *de Caraccas* oder die *Sierra de Avila*, wo wir in einer Höhe von 1316 Toisen schöne prismatische Krystalle von *Titanium*, und Dendriten aus *Titankalk* fanden. — Von hier wollen wir nun über *Varina* und die Schneegebirge *Meridas* zu den Wasserfällen des *Rio Negro*, und in die unbekannten Länder des *Oronoco*, und dann über *Guiana* nach *Cumana* zurückkehren, von wo ich nach der *Havanna* und nach *Mexico* zu segeln denke. Wie Sie sehn, mein theurer Freund, fehlt es uns wenigstens nicht an Muth. — — —

Da ich selbst 4 Monat lang auf dem Wege nach Aegypten war, so können Sie denken, wie sehr mich die Siegesnachrichten der Orientalischen Armee und die glorreiche Rückkunft *Bonaparte's*, *Berthollet's* und *Monge's* interessirt haben. Wie

sehr wünschte ich Berthollet zu sehn, und wie bedauere ich untern armen Dolomieu! — — —

Schon vor 3 Jahren und länger stellte ich gegen ihn und Lamétherie die Behauptung auf, daß in den Urgebirgen Italiens, Frankreichs, der Schweiz, Deutschlands, Polens, (und jetzt kann ich noch hinzufügen: Spaniens,) in den Lagern des geschichteten Granits und des Thon-, Glimmer- und Hornblendschiefers, (*cornéennes schisteuses*), ein *Parallelismus in der Richtung* herrscht, daß alle diese Lager nordwestlich einfallen, so daß ihre Richtung mit der Erdachse einen Winkel von 45° bis 57° macht, daß diese Neigung und Richtung unabhängig von der Richtung und der Gestalt der Gebirge ist, und die Thäler darauf keinen Einfluß haben, so daß sie eine viel allgemeinere, mehr ins Große gehende Urfach haben müssen, die auf einer Anziehung der Theilchen beim Erhärten der Erde zu beruhen scheint. Da ich den größten Theil Europa's mit Sextanten und Bouffolen zu Füsse durchreist bin, habe ich ausgebreitete Beobachtungen hierüber sammeln können; mein Manuscript *über die Richtung und Identität der Gebirgslager, oder über die Bildung der Erde*, woran ich seit 1791 gearbeitet habe, ist in den Händen meines Bruders, soll aber nicht eher erscheinen, als bis ich noch mehr gesehn habe. Zu meinem größten Verwundern habe ich in den Cordilleren von Paria, Neu-Andalusien, Neu-Barcellona und Venezuela, dasselbe Gesetz und dieselbe Richtung in den Gebirgslagern der neuen Welt, unweit des Aequators gefunden.

Sie erinnern sich der interessanten Beobachtungen Coulomb's über die Luft, die aus den Baumstämmen, wenn man sie durchbohrt, in kleinen Explosionen herauskömmt. Ich habe hier diese Beobachtungen an der *Clusea rosacea* wiederholt, einer milchigen Pflanze, die ein elastisches Glutengiebt, und in deren Gefäßen, (den *pneumato-chimiferis* Hedwig's, oder den *cochleatis* Malpighi's,) eine ungeheure Menge von Luft circulirt. Diese Luft enthält bis auf 0,55 Sauerstoff, und dient daher höchst wahrscheinlich, gleich der Luft im menschlichen Körper, durch Verschluckung des Sauerstoffs den fibrösen Theil zu coaguliren. Die Blätter dieses Baums, unter Wasser der Sonne ausgesetzt, geben kein Kubik-Millimètre Luft. — Dagegen fand ich, ungeachtet der Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft hier, besonders bei Nacht, meist über 0,305 steigt, in den Schoten und Fruchtkapseln der Aequinoctial-Pflanzen, z. B. in der *Paullinia*, eine Luft, die nur 0,24 bis 0,25 Theile, und in den *Culmis geniculatis* eine Luft, die selbst nur 0,15 Theile Sauerstoff enthielt. Ich schliesse daraus, daß die in den Pflanzen circulirende Luft stets reiner, die ruhende Luft in den Kapseln oder *articulis* der Pflanzen dagegen immer weniger rein als die atmosphärische Luft ist. Erstere wird in den Organen, die das Wasser zersetzen, frisch erzeugt, und dahin geführt, wo sie durch den Ueberfluß an Sauerstoff den Phosphorstoff präcipitiren und das safrige Gewebe bilden soll; letztere ist der Rück-

stand des Gas, welcher bleibt, nachdem dieses Geschäft vollendet ist.

2. Aus einem Briefe an Lalande. *)

Caraccas d. 23. Frim. J. 8., (14ten Dec. 1799.)

Wenig Wochen nach meiner Ankunft in das südliche Amerika, überschickte ich Delambre einen Auszug aus meinen astronomischen Beobachtungen, weil ich hoffte, daß einige derselben das *Bureau des Longitudes* interessieren würden. Da ich aber höre, daß die Brigg, der ich den Brief anvertraut hatte, in dem großen Sturme, der neulich diese tropischen Gegenden verheert hat, unweit Guadeloupe untergegangen ist, so glaube ich Sie aufs neue von meinen Arbeiten unterhalten zu müssen.

Nach einer Fahrt vom 17ten Praireal Jahr 7 bis zum 28sten Messidor, auf der Fregatte Pizaro, langte ich auf der Küste von Paria an. **) Zwar ging mein Plan nach der Havanna und nach Mexico, doch konnte ich dem Reize nicht widerstehn, die Wunder des Oronoko und die hohen Cordilleren

*) Ausgezogen, mit Uebergang des dem Leser der *Annalen* aus den frühern Nachrichten des Herrn v. Humboldt's schon vollständig Bekannten, aus dem Magazin *Encyclopédique*, Ann. 8, p. 376—391.

d. H.

**) Vergl. *Annalen der Physik*, IV, 443.

d. H.

zu sehn, die sich vom Hochlande von Quito nach den Flüssen von Guarapeche und Arco ziehn. — Da ich so eben von einer höchst interessanten Reise ins Innere von *Paria*, durch die Cordilleren von *Cocolar*, *Tumeri* und *Guiri*, und zu den dortigen noch von keinem Naturforscher besuchten Kapuzinermissionen zurückkomme, wobei ich auch meine astronomischen Instrumente, (einen Birdschen Quadranten, Ramsdensche und Troughtonsche Sextanten, Fernröhre und Chronometer,) auf 3 Maul- eseln mit mir nahm, so hätte ich vielleicht mehr für Astronomie thun können. Aber Sie wissen, daß Astronomie von meinem Hauptzwecke, (Physik, Geologie, Eudiometrie und Physiologie der Thiere und der Pflanzen,) ziemlich weit abliegt, und unter 10° Breite läßt sich nicht so anhaltend arbeiten als unter 49° . Ich habe lieber wenig Beobachtungen, diese aber mit möglichster Genauigkeit, als viele mittelmäßige machen wollen, und sie in mein Journal im größten Detail aufgezeichnet, damit man, sollte ich auf meiner Reise sterben, wie es sehr möglich ist, über ihre Genauigkeit urtheilen könne.

In den beiden Aufsätzen, die ich von Spanien aus an Delambre überschickt habe, finden Sie meine europäischen Beobachtungen mit Borda's neuem *Inclinatorio*.*) Ich bemerkte dort, daß auf dem festen Lande örtliche Gründe stärkern Einfluss

*) *Annalen der Physik*, IV, 448 f. d. H.

auf die Inclination als auf die Declination der Magnetnadel haben, und dals zwischen der Lage der Beobachtungsorter und der Inclinationen keine bestimmte Abhängigkeit und Correspondenz statt zu finden scheint. Dasselbe finde ich in der neuen Welt, im Innern Neu-Andalusien bestätigt, und werden sicher auch Nouet's ägyptische Beobachtungen erhärten. *) Zwar werden auch die Declinationen von örtlichen Ursachen afficirt; doch, wie ich behaupten darf, *sehr viel weniger*; auf dem Meere sind sie noch viel regelmässiger und verändern sich viel gleichförmiger.

Ich gehe Ihnen hier nur die Inclinations-Beobachtungen, die bis auf 15' zuverlässig sind. Zur Zeit der Windstille erhielt ich sie auf der See noch genauer, und dann liessen sich auch die Schwingungszeiten der Nadel sehr gut bestimmen. Findet man bei 5 oder 6 wiederholten Zählungen stets dieselbe Zahl in einerlei Zeit; und halten sie an, indem man das Instrument aus der Stelle bewegt, so, glaube ich, kann man den Resultaten trauen. Ungeachtet Windstillen zwischen den Wendekreisen nicht selten sind, so konnte ich in 40 Tagen doch nur 10 recht genaue Beobachtungen anstellen.

*) Vergl. *Annal. der Phys.*, VI, 117, Anm. d. H.

Beobach- tungsort im Jahr 8.	Breite.	Länge vom ersten Me- ridian.	Inclinationen		Magnet. Kraft: Zahl der Schwin- gungen in 10 Minu- ten.
			in 100- theili- gen Gra- den.	in alten.	
Paris	48° 50' 15"	20° 0.	77° 15	69° 28'	245
Nîmes	43 50 13	21 59'	73 65	65 23	240
Montpellier	43 36 29	21 31,5	73 20	65 53	245
Marseille	43 17 49	23 3,5	73 40	65 10	240
Perpignan	41 41 53	20 33,5	73 55	65 18	248
Barcellona	41 23 8	19 52	71 80	64 37	245
Madrid	40 25 18	13 58	75 20	67 41	240
Valenzia	39 28 55	17 29	70 70	63 38	235
Medina del Campo			73 50	66 9	240
Guadarama			73 50	66 9	240
Ferrol	43 39 51	9 24,5	76 15	68 32	237
Auf dem atlanti- schen Meere zwischen Afrika u. Amerika.	38 52 15	3 40	75 18	67 40	242
	37 14 10	3 30	74 90	67 30	242
	32 15 54	2 52,5	71 50	64 21	
	25 15	— 36 W.	67	60 18	239
	21 36	5 39	64 20	57 49	237
	20 8	8 34	63	56 42	236
	14 20	28 3	58 80	52 55	239
	12 34	33 14	50 15	45 8	234
	10 46	41 24	46 40	41 46	229
	10 59 30	44 31,5	46 50	41 57	237 *)

*) Vergleicht man diese Angaben mit denen in den *Annalen*, IV, 452, so stimmen die Landbeobachtungen in beiden Briefen völlig überein, bis auf eine unbedeutende Abweichung in der Länge Perpignans; unter den Seebeobachtungen erkennt man aber nur zwei wieder; dagegen stimmen die Angaben in den *Annalen*, VI, 126, völlig mit diesen zusammen, obschon sie minder vollständig sind.

d. H.

Im Jahre 1776 war, nach *Cavalla*, unter einer
 Breite und einer Länge die Inclination
 von $24^{\circ} 24'$ von $18^{\circ} 11'$ 59° —
 10° — $22^{\circ} 52'$ $44^{\circ} 12'$
 0° — $37^{\circ} 38'$ $30^{\circ} 3''$)

Seitdem sich *Coulomb* und *Cassini* nicht
 mehr mit Declinations - Beobachtungen abgeben,
 kenne ich keinen Ort der Erde, wo die Abwei-
 chung bis auf $10''$, und nicht zehn, wo sie bis auf
 $1'$ zuverlässig bestimmt würde. Welche Ungewiss-
 heit herrscht nicht noch jetzt über die wahre Ab-
 weichung der Magnetnadel zu Paris. **) Meine
 zehn Meeresbeobachtungen werden dazu dienen
 können, in der Folge zu bestimmen, ob sich die
 Inclinationen schnell ändern. Die Breite und Län-
 ge derselben sind stets in derselben Stunde mit Ge-
 nauigkeit, durch Hülfe eines Ramsdenschen von
 15 zu 15 Sekunden getheilten Sextanten und des
 Berthoudschen Chronometers bestimmt worden. Sie
 sehn aus ihnen, daß die Inclinationen von 37° Brei-
 te an ausnehmend schnell abnehmen, und daß sie
 von 37 bis 48° Breite, weniger nach Osten als nach
 Westen hin zunehmen.

*) Im Jahre 1799 war, nach *Nouet's* Beobachtungen,
 zu Alexandrien unter $31^{\circ} 13'$ Breite und $47^{\circ} 34'$
 Länge, die Inclination $47^{\circ} 30'$, die Schwin-
 gungszahl der Inclinationsnadel in 10 Minuten 108.

Annalen der Physik, VI, 171 und 183. d. H.

**) Die Verhandlungen darüber in einem der folgen-
 den Stücke der *Annalen*. d. H.

Es scheint mir, als wenn in der hohen Kette von Kalkbergen dieser Provinz unweit des Aequators kleine Erhöhungen über dem Niveau des Meeres die Inclinationen weit stärker, als die viel höhern Berge in den Pyrenäen und in Alt-Kastilien stören. Zum Beweise führe ich Beobachtungen an vier Orten an, die ziemlich genau in einem Bogen von Nord nach Süd, (der 24' faßt,) liegen:

	Höhe über dem Meere.	Inclination.		Schwingungen in 10 Minuten.
		100 grad. Eintheilung.	alte.	
Cumana	24 par. Fuß	44°, 20	39° 47'	229
Zuetepe	1111,2	43, 30	38 58	229
Imposibile	1470	43, 15	38 50	233
Cumanacoa	636	43, 20	38 53	228
Cocollar	2352	43, 60	38 20	229

Wie man aus dem Memorandum für die La Perouse begleitenden Physiker sieht, *) glaubte Borda, die Intensität der magnetischen Kraft sey überall auf der Erde dieselbe, indem er die geringe Verschiedenheit, die er in ihr zu Cadix, Teneriffa und Brest gefunden hatte, der Unvollkommenheit der Boussole zuschrieb. Er forderte mich auf, dieses zu verificiren. Sie sahn, daß die magnetische Kraft allerdings so verschieden ist, daß sie zwischen Paris und Cumana sich von 245 bis 229 Schwingungen in 10 Minuten verringert hat, obgleich sie nicht mit den Inclinationen abnimmt. Diese Verringerung ist zuverlässig, keiner Abnahme an Güte in der Nadel

*) Vergl. *Annalen der Physik*, VI, 319. d. H.

oder sonstigen zufälligen Umständen zuzuschreiben; denn dieselbe Nadel machte in gleicher Zeit in Paris 245, in Girona 232, in Barcellona 245, in Valencia 235 Schwingungen, und gab nach einer Reise von mehreren Monaten an demselben Orte gerade dieselbe Schwingungszahl als vor der Abreise. Diese ist auf freiem Felde, in einer Stube, in einer Höhle immer dieselbe, so daß die magnetische Kraft an einem Orte überall und lange Zeit über unverändert dieselbe ist, und eine beständige Kraft, gleich der Schwere, zu seyn scheint.

Ich hatte das Mißvergnügen, auf dem Meere keine recht genaue *Declinations-Beobachtungen* anstellen zu können. Aller Mühe, die ich mir gegeben habe, ungeachtet, konnte ich keinen Declinations-Kompaß, der auch nur bis auf 40' Sicherheit gegeben hätte, zu Kauf aufreiben. Das ist der Grund, warum ich Ihnen nichts von den Abweichungen auf dem Meere sage. Zuverlässig ist indess der Nullpunkt für die Abweichung schon sehr viel weiter nach Westen fortgerückt, als auf Lambert's Karte im Berliner astronomischen Jahrbuche für 1779. Eine sehr gute Beobachtung aus dem Jahre 1775, auf einem englischen Schiffe aus Liverpool, setzt diesen Nullpunkt in 29° nördl. Breite und $66^{\circ} 40'$ westl. Länge. An zwei Orten auf der Küste Süd-Amerika's habe ich die Abweichung mit einer Bouffole von Lenoir, in welcher die Nadel an einem Faden hing, nach Art Prony's und des Hrn. von Zach durch Azimutal-Bestimmung eines Signals

mittelt eines Sextanten, mit aller Sorgfalt beobachtet. Sie war im *Vehidemaire*, (Oktober 1799.) zu Mittag in *Cumana*, und zwanzig Lieues weiter nach Osten $4^{\circ} 13' 45''$ östlich; in *Caripe*, (dem Hauptorte der Kapuziner-Missionen unter den Chaimas und Caraiten,) $3^{\circ} 15'$ östlich.

Während des Erdbebens zu *Cumana* am 4ten November 1799 veränderte sich die Inclination; nicht aber die Declination der Magnetonadel. Erftere war vor dem Stosse $44^{\circ}, 20'$ der neuen Kreistheilung; nach dem Stosse blieb sie $43^{\circ}, 35'$. Die Schwingungszahl der Inclinationsnadel war indeß nach wie vor dieselbe, 229 in 10 Minuten. Dies, vereint mit andern Beobachtungen, scheint mir zu beweisen, daß sich beim Erdbeben dieser kleine Theil der Erdkugel, und nicht die Nadel verändert habe; denn in den Gegenden, wo man nie ein Erdbeben spürt, in der Urkette aus geschichtetem Granit, war die Inclination auch nachher noch so groß als zuvor.

Bei dem Interesse, welches Sie an Allem nehmen, was die Schifffahrt betrifft, werden Ihnen folgende Bemerkungen nicht unlieb seyn. Ich habe das, was Franklin und der Kapitän Jonathan Williams über den Gebrauch des Thermometers, Untiefen zur See zu entdecken, in den *Transact. of the American Society*, Vol. 5, p. 32, behaupten, sorgfältig geprüft, und muß es völlig bestätigen. Ich war verwundert, zu sehn, wie das Wasser, je nachdem die Tiefe desselben abnimmt, zusehends kälter wird, und wie Untiefen und Kälten sich dadurch

ankündigen. Das schlechteste Weingeist- Thermometer, ist es nur empfindlich, wird so, mitten in Sturm und Nacht, oder wenn man sonst die Sonde nicht ohne Schwierigkeit fallen lassen kann, ein wohlthätiges Instrument in der Hand selbst des unwissendsten Piloten. Ich kann dieses der Aufmerksamkeit des Bureau des Longitudes nicht genug empfehlen. Unfre ganze Mannschaft war erstaunt, zu sehn, (wie schnell das Thermometer sank, als wir uns der grossen Bank näherten, die sich von Tabago nach Granada zieht, und der östlich von Margarita. Diese Beobachtungen sind um so leichter, da das Wasser des tiefen Meeres in einer Ausdehnung von zwölftausend Quadratmeilen, Tag und Nacht immer einerlei Temperatur hat, so das das empfindlichste Thermometer während einer Fahrt von 4 bis 6 Tagen seinen Stand nicht über $0,3^{\circ}$ ändert. In der Nähe von Untiefen war es um 2 bis 3° und mehr kälter. Diese bis jetzt vergessne Bemerkung Franklin's kann für die Schifffahrt einst sehr nützlich werden; nicht, als wenn man das Senkblei wegwerfen, und sich allein auf das Thermometer verlassen sollte; das wäre eine Thorheit: sondern weil die Beobachtungen sich so, leicht vervielfältigen lassen, auch das Thermometer die Gefahr weit eher als das Senkblei anzeigt, indem das kältere Wasser über der Untiefe auch die Temperatur des benachbarten vermindert. *) Ich kann versichern, das dieses

*) Nach des Grafen Rumford's Lehre von der

neue Mittel nicht anzuverlässiger ist, als das Log und andere Hilfsmittel der Nautik. Sinkt das Thermometer nicht, so darf man sich zwar noch nicht ganz sicher vor Untiefen halten; sinkt es aber, so muss man auf seiner Hut seyn. Diese Warnung ist wahrlich weit schätzbarer, als die unsrer Seekarten, wo die Untiefen meist höchst fehlerhaft angegeben sind, und ein Thermometer in einen Eimer Seewasser zu tauchen, ist gewiss etwas gar leichtes.

Ich habe ferner häufig das *spezifische Gewicht* und die *Temperatur des Meerwassers* an der Oberfläche und in gewissen Tiefen, mittelst einer Dollond'schen Wage und mit Thermometern gemessen, die in Sonden sitzen, welche mit einem Ventil versehen sind. Da meine Instrumente nach den besten Pariser abgeglichen sind, und ich meiner Länge sicherer, als man es gewöhnlich ist, seyn konnte; so wird die kleine Karte, in der ich die Resultate dieser Versuche bekannt zu machen denke, ganz interessant seyn. Unter 17° und 18° nördl. Breite giebt es im Meere zwischen Afrika und Westindien eine Zone, wo, ohne dass eine außerordentliche Strömung statt fände, das Wasser dichter ist, als unter einer kleinern Breite. Hier einige Versuche über die *Temperatur des Meerwassers*:

Nichtleitung des Wassers für Wärme, wird dieses schwerlich der Fall seyn. d. H.

Nördl. Brei- te.	Länge vom ersten Meri- diane.	Temperatur des Meerwal- fers an der Oberfläche.	der Luft.
43° 29'	9° 29' O.	12°	12°
39 10	3 41,5	12	13
36 3	2 37	12	14
33 8	2 15	13	16,5
32 15	2 52,5	14,2	13,5
30 35	3 6	15	16
28 55	2 37,5	15	17
26 51	— 47	16	15
23 8	8 33 W.	17	16
18 53	10 5	17,4	17
18 8	13 2	17,9	19
17 26	15 26	18	16
15 22	22 49	18,5	20
14 57	24 40	19	17
13 51	30 2,5	19,8	18,9
10 46	41 34	20,7	20,3
10 28	46 31	21	17 bis 27
10 29	46 25	17,8	23
(auf einer Untiefe.)			

Dieser Brief war schon in Cumana geschrie-
ben. Aus Mangel an sicherer Gelegenheit mußte
ich ihn mit hierher, nach dieser großen Hauptstadt
der Provinz Caraccas nehmen, die in einem an Ca-
cao, Baumwolle und Kaffee reichen Thale, 400 Toi-
sen über dem Meere liegt, und ganz das europäische
Klima genießt. Das Thermometer fällt Nachts bis
11°, und steigt am Tage nie über 17 bis 18°. *)

*) Auch seine Beobachtungen über die atmosphärische
Ebbe und Fluth erwähnt Herr von Humboldt in
diesem Briefe aufs neue. Ich übergehe sie, da sie
in den *Annalen der Physik*, VI, 186, schon viel um-
ständlicher mitgetheilt sind, und hier kein neuer

— — Die Gewitter, welche hier täglich auf den Durchgang der Sonne durch den Meridian zu folgen pflegen, machen correspondirende Höhenbeobachtungen sehr mühslich und beschwerlich, da man die Abendbeobachtungen zu oft verliert. — — Die Gewitter nach dem Erdbeben in Cumana brachten mich um die Immersionen des zweiten Jupiters- trabanten am 11ten und 18ten Brumaire. Hier die vorzüglichsten Längenbestimmungen, mittelst Berrhould's Chronometer, aus den beobachteten Stundenwinkeln berechnet. Auch habe ich viele Beobachtungen von Mondsdistanzen, die ich aber hier nicht berechnen kann.

Cumana, im Schloß St. Antonio $10^{\circ} 27' 37''$ Breite,

und, (die Länge von Madrid zu $13^{\circ} 58'$ angenommen,) westliche Länge $46^{\circ} 31' —$

Puerto España in der Insel St. Trinidad $43^{\circ} 49' 30''$

Tabago, das östliche Vorgebirge, $41^{\circ} 47' 30''$

Macanab, der Westheil der Insel St.

Margarita, $46^{\circ} 35' 30''$

Punta Araya in Neu-Andalusien $46^{\circ} 35' 30''$

Insel Coche; das östliche Vorgebirge $46^{\circ} 11' —$

Bocca de Draga, (nicht zuverlässig,) $44^{\circ} 03' —$

Cabo de tres Puntas $44^{\circ} 54' 30''$

Caraccas, à la Trinité, $10^{\circ} 31' 4''$ Breite; sehr gut

Umstand, als lediglich der hinzugefügt wird, daß weder Wind, noch Gewitter, noch Erdbeben auf jene regelmäßige tägliche Variation im Barometerstande den geringsten Einfluß haben, und daß, nach Versicherung des Bürgers Richard, diese tägliche Variation zu Surinam 2 Linien beträge.

Diese Beobachtungen sind, um so interessanter, da alle Karten hier sehr schlecht sind, und die Uebereinstimmung meiner Längen von Teneriffa und Tabago mit den Beobachtungen Borda's und Chabert's von 2" bis 5" Zeit, mir die Vortrefflichkeit meines Chronometers beweisen.

Die Schönheit der Nächte zwischen den Wendekreisen veranlafste mich, die *Lichtstärke südlicher Sterne* mit einander zu vergleichen, die sich seit La Caille, bei mehrern im Kranich, Altar, Tucan, und im Fusse des Centauers verändert zu haben scheint. Ich bediene mich dabei der von Herschel angegebenen Methode, und ähnlicher Diaphragmen, wie bei den Trabanten. Hat das Licht des Sirius 100, und das des Procyon 88 solcher Theile, so hat deren, nach meinen Beobachtungen, das Licht des

Canopus	98 Th.	α im Phönix	65 Th.
α im Centaur	96	α im Pfau	78
Acharnar	94	α im Kranich	81
α im Indianer	50	β — —	75
β — — —	47	γ — —	58
α im Tucan	70		

VI.

EINIGE VERSÜCHE

mit VOLTA'S Säule; daß Electricität
die thierische Ausdünstung vermehrt;
ist Wasser ein Nichtleiter der
Wärme?

Aus einem Briefe an den Herausgeber

vom

Prof. J. K. P. GRIMM

zu Breslau.

*Versuche mit Volta's galvanisch - electrischer
Säule.*

Sobald die neuen Versuche über den Galvanismus zu Breslau bekannt geworden waren, setzte Herr Mechanikus Klingert eine Volta'sche Säule aus 100 Zink-, 100 Silber- und 100 Tuchplatten zusammen. Die silbernen Platten waren noch ungestempelte preussische Thaler, welche die hiesige Münze auf einige Zeit lieh. Dieser Apparat blieb ungefähr 2 Wochen in der Wohnung des Herrn Klingert's, welcher zu jeder Stunde bereitwillig war, die Wirkungen desselben jedem, der zu ihm kam, zu zeigen. Hierauf kam der Apparat in das Lazareth des in den hiesigen Vorstädten stehenden Kavallerie-Regiments, wo man einige Wochen lang die galvanische Electricität bei einem 19jährigen Menschen, der blind geworden war, anwendete,

(wie? ist mir nicht bekannt,) ohne doch an den Augen eine Veränderung hervorzubringen; und nun wurde der Voltaische Apparat vom Herrn Klingert mir auf 14 Tage übergeben, während deren ich erst die wichtigsten Versuche Nicholson's und Carlisle's, (*Annalen*, VI, 340,) wiederholte, und dann die neuen Versuche anstellte, worüber ich hier Bericht abstaten will. Gern hätte ich noch manche andere Flüssigkeit der Einwirkung der galvanischen Electricität ausgesetzt, doch mußte das Silber wieder abgeliefert werden.

Um die Luft beim Zersetzen der Flüssigkeiten bequem sammeln zu können, hatte Herr Klingert auf dem Gestelle, worauf die Voltaische Säule ruhte, eine hölzerne horizontale Scheibe von 5 Zoll im Durchmesser angebracht, und in diese ein 9 Zoll langes Messingstäbchen eingekittet, dessen oberes Ende horizontal gebogen war, und einen Einschnitt hatte, um die Glasröhre Fig. 5 mit ihrem Messingbleche *g*, und die doppelte Glasröhre Fig. 6 mittelst des Messingblechs *a* in senkrechter Richtung darein einzuhängen. Die *einfache* Glasröhre, Fig. 5, ist oben und unten mit Korkstöpseln verschlossen, durch welche die Drähte *h* und *f* gehen. Von der *doppelten* Glasröhre, Fig. 6, endigt sich die eine in eine Kugel, die andere ist mit einem Korkstöpsel zugestopft. Auch die untern Enden beider Röhren werden, nachdem diese mit der zu untersuchenden Flüssigkeit angefüllt sind, mit Korkstöpseln zugestopft, durch welche die Drähte *c* und *d* gehen. *b* ist eine kleine hohle Glasröhre,

welche mit der einen Oeffnung in die Röhre *K*, und mit der andern in die Röhre *M* eingekittet ist, folglich die Communication zwischen den Röhren *M* und *K* unterhält. Man hängt diese Doppelröhre mit dem Messingbleche *a* an das Messingstäbchen, so daß die beiden Röhren in zwei mit Wasser angefüllte Gläser, die auf der Scheibe des Messingstäbchens stehen, versenkt sind, und hängt dann die Drähte der Voltaischen Säule in *c* und *d* an. Diese Vorrichtung gewährt den Vortheil, das an diesen Drähten sich entwickelnde Gas besonders zu sammeln und eine genaue Untersuchung mit demselben anstellen zu können. Jede der Glasröhren ist 9 Zoll lang, und hat $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser. *)

Erster Versuch. Ich füllte die doppelte Glasröhre mit einer Auflösung von *schwefelsaurem Eisen* in Wasser. An dem einen Drahte, (es waren Kupferdrähte,) entwickelte sich sehr vieles Gas; am andern erfolgte weder eine Gasentwicklung noch eine Verkalkung. Die entwickelte Luft war Wasserstoffgas. Während es von der Spitze des Drahts emporstieg, zeigte sich in der Flüssigkeit selbst keine Veränderung; sobald sich aber im obern Theile der Röhre einige Bläschen gesammelt hatten, ent-

*) Davy's einfaches Mittel, durch Zwischenwirkung thierischer oder vegetabilischer Fibern, die Flüssigkeiten mittelst jedes beider Drähte in abgesonderten Gefäßen zu zersetzen, war damahls noch nicht bekannt. d. H.

stand dort ein schwarzer Niederschlag, der immer stärker wurde, je mehr Luft sich daselbst anhäufte, zuletzt die innern Wände des obern Theils der Röhre, so weit sie voll Luft war, gänzlich überzog, und nichts anderes als regulinisches Eisen war: ein Resultat, denen vollkommen ähnlich, welche Cruickshank, (*Annalen der Physik*, VI, pag. 364,) erhielt, als er Auflösungen von essigsaurem Blei, schwefelsaurem Kupfer und des salpetersauren Silbers der Einwirkung der galvanischen Electricität aussetzte.

Zweiter Versuch. Die einfache Glasröhre wurde mit noch warmen *Urin* angefüllt. Ich erwartete, daß darin sogleich eine Zerletzung des Wassers vor sich gehen würde; diese erfolgte aber nicht. Vielmehr überzeuete ich mich, daß die galvanische Electricität bisweilen eher auf andere Bestandtheile wirkt, und erst, wenn sie diese abgeschieden hat, eine Zerletzung des Wassers bewirkt. Sobald die Drähte mit dem Apparate waren in Verbindung gesetzt worden, überzogen sich beide Drähte von oben bis unten mit einer weißen Wolke, und erst nach und nach trennte sich von ihnen dieser Schleim, und senkte sich in Gestalt kleiner Wolken auf den Boden der Röhre. Während dieses chemischen Processes, der 1 Stunde und 10 Minuten dauerte, entwickelte sich kein Gas, und erst nach Beendigung desselben ging die Gasentwicklung an dem einen Drahte vor sich, an dem andern die Verkalkung. Die erhaltne Luft war Wasserstoffgas.

Dritter Versuch. An dem *Terpenthindöhle*, ungeachtet es 12 Stunden der Einwirkung der galvanischen Electricität ausgesetzt wurde, bemerkte ich auch nicht die geringste Veränderung. Es erfolgte weder eine Verkalkung noch eine Gasentwicklung.*)

Vierter Versuch. Mit dem *Salzwasser* ging in einem Zeitraume von 24 Stunden keine große Veränderung vor. Ich erhielt nur an einem Drahte ein wenig Gas, und zwar Wasserstoffgas, und die Verkalkung an dem andern Drahte war unbeträchtlich. Es erfolgte aber auch eine Zersetzung des Kochsalzes. — Als *Kalkwasser* in die doppelte Glasröhre gegossen wurde, entwickelte sich an beiden Drähten Gas; an dem, wo sonst eine Verkalkung vorzugehen pflegt, Sauerstoffgas, am andern Wasserstoffgas.

Fünfter Versuch. Merkwürdig sind unstreitig die Erscheinungen bei dem sogenannten *Arbeiten***)

*) Vergl. *Annalen*, 1801, VII, 98. d. H.

**) In den meisten Handbüchern der Chemie wird die *Gährung* eingetheilt in die *merkliche* und in die *unmerkliche*. Andere Weine habe ich nicht beobachtet; was aber den *Ungarwein* betrifft, so bin ich überzeugt, daß jene Eintheilung nicht auf ihn paßt. Die meisten dieser Weine gerathen in den ersten drei bis vier Jahren alle Herbst in eine starke Gährung, welche der erstern nichts nachgiebt, und wobei sich sehr viel kohlensaures Gas entwickelt. Ist die Gährung beendigt, so wird der trübe Wein wieder klar, indem viele grobe

des Ungarweines, daher ich die Einwirkung der galvanischen Electricität darauf zu sehn wünsch-

theile sich auf den Boden des Gefäßes niedersinken, und dann muß der Wein in ein anderes Gefäß gefüllt werden. Der Weinändler nennt dieses Phänomen das *Arbeiten*. Diejenigen irren, welche das Arbeiten des Ungarweines für ein Kennzeichen der Verfälschung halten. Es erfolgt, die Weine mögen sich in einem Fasse befinden, oder schon auf Bouteillen gefüllt seyn. Im letztern Falle muß man, sobald kleine Luftbläschen in dem Weine emporzusteigen anfangen, die Pfropfe abnehmen, weil sonst die Flaschen durch das kohlen saure Gas zersprengt werden, und auch hier nach vollendeter Gährung den Wein sogleich auf andere Flaschen füllen. Das, was sich absondert, wird von dem Weinändler das *Lager* genannt. Nachdem daraus mittelst einer Presse der Wein ausgepresst ist, kann man es zur Essigfabrikation anwenden, oder durch Destillation daraus einen starken Branntwein erhalten, welcher dem Franzbranntweine gleich kommen würde, wüßte man ein Mittel, ihm den Nachgeschmack zu benehmen. Nach jedem Arbeiten wird der Wein geistreicher, weil dadurch die geistigen Theile das Uebergewicht über die süßen erhalten. Aller Wahrscheinlichkeit nach binden die im Ungarweine befindlichen fremdartigen Theile den Geist. Da nun nach einer jedesmahligen Gährung sich solche fremdartige Theile absondern, so müssen endlich die geistigen Theile ein solches Uebergewicht erhalten, daß die süßen Bestandtheile keine Gährung weiter bewirken können. Daß das Arbeiten im Ungarweine aufhört, sobald die

wünschte. Ich goss *Ungarwein*, in welchem bereits ein ganzes Jahr eine schwache Gährung statt gefunden hatte, in die einfache Glasröhre. Als Volta's Säule auf denselben zu wirken anfang, gerieth er in eine gänzliche Gährung, und an der Spitze des einen Drahts entwickelte sich Gas in solcher Menge, daß es aus dem obern Theile der Glasröhre ein Stückchen herausprengte. Ich wiederholte diesen Versuch so, daß ich die Glasröhre unten offen liess und mit dem untern Ende in ein mit demselben Weine angefülltes Glas versenkte, um das Zersprengen zu vermeiden. Der Wein gerieth wieder in eine sehr starke Gährung, und auch an der

geistigen Theile das Uebergewicht erhalten, beweisen nicht nur die alten Ungarweine, die keiner solchen Gährung weiter unterworfen sind, sondern auch folgender Versuch: Man ziehe aus einem Fasse Ungarwein, von dem man schon weiß, daß er im künftigen Herbste in Arbeit gerathen wird, 2 Flaschen ab, und gielse zur einen etwas Weingeist. Sowohl der übrige Wein im Fasse als auch der in der andern Flasche werden in Arbeit gerathen, hingegen der mit wenigem Weingeiste vermischte bleibt in Ruhe. Dieses Mittel kann aber nicht empfohlen werden, weil, wie ich aus Erfahrung weiß, ein solcher Wein Kopfschmerzen verursacht. — Auch giebt es junge Ungarweine, in welchen das ganze Jahr hindurch eine schwache Gährung statt findet, die jedoch mehr durch den stechenden Geschmack, als durch das Aufsteigen des kohlensauren Gas wahrzunehmen ist.

Grünm.

Spitze des einen Drahts entwickelte sich sehr viel Gas, das ich im voraus größtentheils für *kohlensaures Gas* hielt, da sich beim Arbeiten des Ungarweines *kohlensaures Gas* entwickelt. Meine Vermuthung traf ein, denn der größte Theil dieses Gas wurde vom Kalkwasser verschluckt; der Rest war Wasserstoffgas. Ein *abgelegner Ungarwein*, womit ich hierauf die doppelte Glasröhre füllte, wurde durch die galvanische Electricität nicht in Arbeit gesetzt, und entwickelte nur an der Spitze des einen Drahtes ein wenig Wasserstoffgas, indess am andern weder eine Verkalkung noch eine Luftentwicklung vor sich ging. Das erstere befremdete mich nicht, da unstreitig in jedem Weine noch Wassertheile enthalten sind; desto mehr das Letztere. *Wo blieb hier der Sauerstoff? Verband er sich etwa mit dem Kohlenstoffe zum kohlensauren Gas?* Um über die Anwesenheit dieses letztern mit Sicherheit zu entscheiden, war des Gas zu wenig, welches, als ich es mit Kalkwasser wusch, dieses vielleicht etwas trüben mochte.

Ob die Electricität die Ausdünstung im thierischen Körper vermehrt.

Da ich mich eifrig mit der medicinischen Electricität beschäftige; *) so werden Sie sich leicht

*) Meine über diesen Gegenstand gemachten Erfahrungen habe ich im *Archiv der praktischen Heilkunde für Schlesien und Südpreußen*, herausgegeben

vorstellen, welches Interesse für mich van Marum's Versuche in den *Annalen der Physik*, I, 88, haben mußten, durch welche erwiesen werden soll, daß die Electricität weder eine Beschleunigung des Pulses bewirke, noch die natürliche Ausdünstung vermehre.

Was die *allmähliche Ausdünstung* betrifft, so muß ich offenherzig bekennen, daß ich hierin van Marum's Meinung nicht beistimmen kann. Van Marum beruft sich auf die Erfahrung; dies thue ich gleichfalls. Und Sie mögen entscheiden, wer von Beiden Recht hat.

Van Marum stellte Kinder von 6 bis 8 Jahren in eine isolirte Wagschale, und beobachtete, wie viel sie in einer halben Stunde durch die natürliche Ausdünstung am Gewichte erst unelectrirt, dann electrirt verloren. In allen Versuchen, nur zwei ausgenommen, verloren sie im letztern Falle weniger an Gewicht als im erstern. Die stärkere Ausdünstung in der ersten halben Stunde läßt sich als eine Folge der Furcht erklären, welche bei einem Kinde von 6 bis 8 Jahren, das in eine Wagschale gesetzt wird, natürlich ist; und daß in der zweiten halben Stunde während des Electrificirens der Gewichtsverlust geringer war, konnte wohl daher kommen, weil sich das Kind nun an den sonst ungewöhnlichen Aufenthaltsort in der Wagschale ge-

von Dr. Zadig und Dr. Frieße, B. I, St. 3 und 4, und B. II, St. 2, bekannt gemacht. *Grimm.*

wohnt und die Furcht verloren hatte. Auf jeden Fall haben die van Marum'schen Versuche die Unvollkommenheit, daß sie nur wenig abgeändert wurden. Hätte man den Knaben in der ersten halben Stunde electrifirt, in der zweiten nicht; so würden wahrscheinlich die Resultate ganz anders ausgefallen seyn.

Auch von der Furcht abgesehn, lassen sich gegen van Marum's Behauptung noch zwei nicht unwichtige Einwendungen machen. Einmahl wird die allmähliche Ausdünstung immer schwächer, je mehr die verzehrten Nahrungsmittel verdauet werden, da vielfältige Erfahrungen gelehrt haben, daß der Mensch von den zu sich genommenen Speisen mehr durch die Ausdünstung als auf den andern natürlichen Wegen verliert. Daher muß der Unterschied von einer halben Stunde in Rücksicht der Abnahme der Ausdünstung bei einem Kinde, bei welchem die Verdauung, und folglich auch die Ausdünstung schneller von statten geht, als bei einem Erwachsenen, sehr beträchtlich seyn. Zweitens häuft sich, wie bekannt, die electriche Materie in einem Körper desto stärker an, je größer die Oberfläche desselben ist, daher die Wagschale, in welcher das Kind saß, electrifirt von dem Erdboden stärker als die andere angezogen werden mußte; ein Umstand, der auch dazu beitragen konnte, daß das Kind in der zweiten halben Stunde weniger am Gewichte verlor, als in der ersten, um so mehr,

da die Versuche mit der grossen Teylerschen Maschine gemacht wurden. Ich zweifle, aus diesen Gründen, daß die Versuche des Herrn van Marum das beweisen, was sie beweisen sollen.

Jetzt will ich *meine Beobachtungen* anführen, welche beweisen, daß die Electricität die natürliche Ausdünstung vermehrt. Dieses zu bemerken, hatte ich in den 2 Jahren, daß ich nun schon die Electricität bei verschiedenen Krankheiten bald mit, bald ohne Erfolg anwandte, nicht bloß durch die Augen, sondern auch durch den Geruch häufig Gelegenheit. Menschen, die wenigstens eine Viertelstunde electrifirt wurden, und deren Schweiß einen übeln Geruch verbreitete, verursachten vorzüglich in den letzten 5 Minuten meinen Geruchsnerven sehr unangenehme Empfindungen. Diese vermehrte Ausdünstung konnte nicht die Folge der Furcht seyn, weil 1. dieser Geruch des Schweißes sonst auch in den ersten 5 Minuten hätte statt finden müssen; und 2. weil diese Personen vom ersten Anfange an keine Furcht zeigten; und, wäre dieses auch der Fall gewesen, sie sie gewiß verloren hatten, nachdem sie schon 3 bis 4 Monate täglich waren electrifirt worden. — Was mich aber vorzüglich von der Richtigkeit des Satzes, *daß die Electricität die allmähliche Ausdünstung befördert*, überzeugt, ist eine an meinem eignen Körper mehr als Einmahl gemachte Erfahrung. Ich pflege nämlich die meiner electricischen Pflege anvertrauten Patienten zu einer bestimmten Zeit hinter einander zu electrifiren.

Eine solche Beschäftigung dauert 1. bis 2 Stunden. Abſichtlich habe ich oft die von dem Director bis auf die Erde herabhängende Kette abgenommen, und den Auslader am Metalle ſelbſt angefaßt, ſo daß die Electricität, welche ich aus der iſolirten Perſon theils durch Funken, theils durchs Ausſtrömen ableitete, durch meinen Körper gehen mußte. So oft dieſes geſchah, gerieth ich in einen ſehr ſtar- ken Schweiß, der mich im Sommer nöthigte, die Kleidung zu wechſeln. Und Furcht war wahrlich nicht die Urſache dieſes Phänomens, welches nie- mahls erfolgte, wenn ich an den Director eine Kette befeſtigte, und ihn beim gläsernen Handgriffe hielt. *)

Ueber die Behauptung van Marum's, daß die Electricität den *Puls* nicht beſchleunige, kann ich nicht entſcheiden, weil ich über dieſen Gegen- ſtand noch keine Verſuche angeſtellt habe: allein ich hoffe nächſtens, von einigen Aerzten unter-

*) Für die Wahrheit folgender ſonderbaren Wirkung eines electrifchen Erſchütterungſchlages kann ich ſtehn, ob ich gleich nicht ſelbſt Augenzeuge war. Eine Geſellſchaft, die ſich angefaßt hatte, erhielt einen ſtärkern Schlag, als ſie vermuthet hatte, und zu aller Erſtaunen kamen dadurch aus den Händen eines jungen Frauenzimmers, nach der Beſchrei- bung der Erzählenden, ſteife Haare hervor, die ſich nachher fortwiſchen ließen; unſtreitig etwas Lympe, die an den Stellen der Berührung aus den Schweißlöchern herausdrang und erhärtete. d. H.

stützt, dieselben zu veranstalten. Wenigstens sollte man wünschen, über diese Sache endlich einmahl entscheidende Versuche zu erhalten, wobei, wie ich glaube, zum mindesten auf folgende zwei Stücke Rücksicht genommen werden müßte: 1. ob die Wirkung der Electricität bei Körpern, die des Einflusses derselben gewohnt sind, von derselben Beschaffenheit sey, als bei denen, die ihre Wirkung noch nicht oft erfahren haben; und 2. ob sie auf den kranken Körper eben so wirkt als auf den gesunden. Noch immer möchte ich glauben, der Puls werde durch die Electricität beschleunigt, da die electrische Materie auf die flüssigen Theile immer stärker und eher als auf die festen wirkt. *)

Sind

*) Von einem glaubwürdigen geschickten Pharmaceutiker, der sich in vorigen Zeiten sehr oft mit electrischen Versuchen beschäftigt hat, ist mir Folgendes erzählt worden: Einer seiner Verwandten, der ein großer Freund der Naturwissenschaft war, besuchte ihn damals sehr oft, und stellte mit ihm electrische Versuche an. Sobald dieser auf das Isolirbrett trat und sich mit dem ersten Leiter der Maschine in Verbindung setzte, floss sogleich Blut aus der Nase. Und dieses Phänomen soll jedesmahl erfolgt seyn, als sich auf die beschriebne Art die electrische Materie in seinem Körper anhäufte.

Grünm.

Sind Flüssigkeiten Nichtleiter der Wärme?

Des Grafen von Rumford's Versuche über die Wärme sind zwar sowohl in ökonomischer als physikalischer Hinsicht wichtig: doch halte ich manche seiner aufgestellten physikalischen Sätze bei genauer Prüfung nicht für haltbar. Als ich in Ihren *Annalen*, (B. VI, S. 407,) Socquet's Abhandlung las, in welcher Rumford's Satz: *dass alle elastische und liquide Flüssigkeiten absolute Nichtleiter der Wärme sind*, in Zweifel gezogen wird: nahm ich Rumford's Abhandlungen wieder in die Hände, und stieß auf einen Versuch, *) durch welchen gezeigt wird, dass das Eis weit langsamer wieder flüssig wird, wenn kochendes Wasser auf dasselbe gegossen wird, als wenn es auf dem kochenden Wasser schwimmt. Es ist zwar bereits schon von mehreren Naturforschern erinnert worden, dass die Rumfordschen Versuche nur die schlechte Wärme leitende Kraft der Flüssigkeiten beweisen; aber nicht, dass sie Nichtleiter der Wärme wären. Die Ursache des obigen Phänomens scheint mir nicht einmahl in der schlechten Wärme leitenden Kraft des Wassers zu liegen, sondern ich erkläre es mir auf folgende Art: Im heißen Wasser steigen die in Dampf verwandelten Wassertheilchen wegen ihrer specifischen Leichtigkeit in die Höhe. Schwimmt das Eis auf der Oberfläche des Wassers, so werden die Däm-

*) *Annalen der Physik*, B. I, S. 227.

Annal. d. Physik. B. 7. J. 1801. St. 3.

Aa (1)

pfe, sobald sie das Eis berühren, minder verdichtet, und bei ihrer Verdichtung wird viel Wärmestoff frei. Daher ist wohl nichts natürlicher, als daß das Eis unter solchen Umständen schneller schmelzen muß, als auf dem Boden des Gefäßes, dem die Dämpfe sich nicht nähern, sondern von dem sie sich entfernen.

VII.

BESCHREIBUNG

eines einfachen und bequemen Instruments zur Anstellung des Versuches über die Einwirkung der galvanischen Batterie auf das Wasser,

VON

C. H. P F A F F

Prof. in Kiel.

Einer der interessantesten Versuche, der bis jetzt mit Volta's galvanischer Batterie angestellt worden, ist ohne Zweifel über die Verwandlung des Wassers in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas. Dieser Versuch allein, so wie er von Ritter angestellt wurde, *) macht jene Entdeckung, aus der er entsprossen; zu einer der wichtigsten in der ganzen Physik und Chemie, denen dadurch eine gänzliche

*) Vergl. Ritter's weiter unten folgenden Brief. Er trennte zwei Wasserportionen durch die concentrirteste Schwefelsäure, und entband aus der einen bloß Sauerstoffgas, aus der andern bloß Wasserstoffgas; ein Erfolg, den seitdem Davy auf eine vollkommnere Art durch Zwischenwirkung der *thierischen Fiber* erhielt. Das Stück der *Annalen*, (1801, VII, 1,) worin diese Entdeckung Davy's mitgetheilt wird, war noch nicht ausgegeben, als Herr Prof. Pfaff gegenwärtigen Aufsatz schrieb.

d. H.

Umwandlung bevorsteht. *) Indessen ist nicht zu läugnen, daß Ritter's Art, den Versuch anzustellen, nicht wohl den evidenten Beweis von der wichtigen Folgerung, die er daraus zog, gestattete. Zu dem evidenten Beweise des Satzes, daß das Wasser bald vollkommen in Wasserstoffgas, bald vollkommen in Sauerstoffgas verwandelt werden könne, und daß die Verschiedenheit dieser beiden Gasarten nicht auf der Verschiedenheit ihrer gewichtigen Basen, sondern der imponderabeln feinem Stoffe, denen sie ihren gasförmigen Zustand verdanken, beruhe, würde nämlich erfordert, daß man den Gewichtsverlust des Wassers bei Anstellung dieses Versuches genau bestimmen, und somit seine Uebereinstimmung oder Nichtübereinstimmung mit dem erhaltenen Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas angeben könnte. Eine solche Vergleichung scheint der unbequeme Ritter'sche Apparat, der sich der Schwefelsäure zur Trennung der beiden Wassermengen bedient, nicht zuzulassen. Ich bin daher auf ein Instrument bedacht gewesen, das diesen Forderungen entspräche, und folgendes hat meinen Absichten vollkommen entsprochen.

Es besteht in einem runden Gefäße von gut lackirtem, (mit Siegelackfirniß überzognem,) Hol-

*) Das heist, irre ich nicht, höchstens, einer theoretischen Ansicht in denselben, die eigentliche Natur verschiedner Gasarten und des Verhältnisses des Wassers zu ihnen betreffend.

ze *) *A*, das auf drei Füßen ruht. Die Tiefe beträgt gegen 3 Zoll, der Durchmesser ungefähr eben so viel, übrigens sind diese Dimensionen willkürlich, und können grösser oder kleiner genommen werden. In der Mitte ist dieses Gefäß durch eine Scheidewand von Holz *ff*, von der Dicke von 2 Linien, in zwei Hälften getheilt, so daß das Wasser in der einen auf keine Weise Communication hat mit dem Wasser in der andern Hälfte. Ungefähr in der Mitte *c* wird diese Oeffnung mit einem wohl durchnetzten Pfropfe vollkommen verschlossen, übrigens die ganze Scheidewand, den Pfropf ausgenommen, mit Siegelackfirnis überzogen. Beide Seiten des Gefäßes werden mit Löchern durchbohrt, durch welche man die Golddrähte *a, b* steckt, die auf beiden Seiten dem Pfropfe bis auf eine halbe Linie genähert werden. Das Gefäß selbst wird mit Wasser gefüllt, jede Hälfte zu einer beliebigen Höhe, doch so, daß die Drähte hinlänglich bedeckt sind; und über jeden Draht wird ein mit Wasser gefüllter Cylinder *d, e* an das hölzerne Gestell *B* aufgehängt. Werden nun die Golddrähte *a, b* in gehörige leitende Verbindung durch Messingdrähte *g, h*, und zwar der eine mit dem obern, der andere mit dem untern Ende der Batterie, gesetzt; so fangen nun sogleich aus jeder Wasserhälfte sich

*) Man könnte dieses Gefäß noch besser von Marmor, Serpentinsteine etc., oder auch von gut lackirtem Eisenbleche verfertigen.

Luftblasen an zu entwickeln, die in dem darüber aufgehängten Cylinder aufgefangen werden. Das galvanische Fluidum wird nämlich durch den nassen Pfropf hindurchgeleitet; ohne dafs an den beiden Polen des Pfropfs selbst eine Luftentwicklung statt fände. Der Pfropf verhält sich also wie die Schwefelsäure in Ritter's Versuchen, *) oder wie das Wasser selbst, nur dafs er den Vortheil gewährt, beide Wasserquanta von einander abzutrennen, in deren jedem der Luftentwicklungs-Prozefs einzeln und getrennt von dem andern vor sich geht, und zwar in dem einen die Entwicklung des Wasserstoffgas, in dem andern die Entwicklung des Sauerstoffgas. Verhindert man durch eine dünne Oehlschicht die Ausdünstung des Wassers, so kann man das Quantum der erhaltenen Luft mit dem Gewichtsverluste des Wassers vergleichen: und stimmen beide überein; so beweiset dieses eine vollkommne Verwandlung des Wassers in die eine oder die andere Gasart.

In meinem ersten Versuche, der 10 Tage ununterbrochen fortgesetzt wurde, erhielt ich in dem einen Cylinder am Ende dieser 10 Tage 3 Kubikzoll Wasserstoffgas, und in dem andern 1 Kubik-

*) Oder wie die Pflanzenfaser und der nasse Faden in Davy's Versuchen; Stoffe, denen er wahrscheinlich auch in seiner Leitungsfähigkeit am nächsten kommt. d. H.

zoll Sauerstoffgas. *) Doch die umständliche Beschreibung dieser und mehrerer Versuche werde ich in einem eignen Aufsatze im IVten Stücke des nordischen Archivs für die Natur- und Arzneiwissenschaft, das mit dem IIIten zugleich auf Ostern erscheint, dem Publikum mittheilen.

*) Verglichen mit Davy's Resultaten, scheint dieses Resultat noch einiger Correctionen zu bedürfen; auch würde es gewifs besonders belehrend ausfallen, nähme Herr Prof. Pfaff bei diesen Versuchen vielleicht auf das Rücklicht, was darüber in den *Annalen*, VII, S. 243, Anm., erinnert worden ist.

d. H.

VIII.

*Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.*1. *Vom Herrn Prof. Reimarus.*

Hamburg den 22ten Decemb. 1800.

— — **U**nser Senator Kirchhoff war 1725 den 25ten Sept. in Itzehoe geboren, hatte sich der Handlung gewidmet, und zu dem Ende hierher nach Hamburg begeben, wo er 1784 zum Rathsherrn erwählt ward, und 1800 den 10ten Sept. starb. Mit seinen vorzüglichen Einsichten in dem Allgemeinen der Handlung, den Verhältnissen der Bank und des Geldumlaufs, ist er hier in verschiedenen öffentlichen Aemtern besonders nützlich gewesen. Daneben legte er sich auf Physik und Astronomie, aus welchen Wissenschaften er sich auch verschiednes zu seinem Vergnügen aufzeichnete, und zum Theil in einem deutlichen Vortrage in Druck gab. Er hatte sich einen vortrefflichen Vorrath von Instrumenten aus England verschrieben, die er wohl zu nützen und deren Gebrauch er fälschlich zu erklären wußte. Sie sind in der besten Ordnung sehr sauber erhalten, und verdienen wohl zusammen von einem Liebhaber oder einer Universität gekauft zu werden.

Von der in den *Annalen*, VI, 378, *Anm.*, erwähnten *Zurüstung*, die *Wirkung der Gewitterwol-*

ken sinnlich darzustellen, hatte er die Beschreibung aus dem deutschen Museum, (October 1779,) besonders abdrucken lassen, und bei Gelegenheit bestellter Instrumente nach London geschickt. Hieraus hat A d a m s in seinen *Essay on Electricity*, Chapt. IX, pag. 177, zu Fig. 72, Exper. CLV, (deutsche Uebers., S. 109, Vers. 152,) ohne unsern Kirchhoff zu nennen, eine Uebersetzung eingerückt, und in besagter Figur die von dem Wagebalken herabhängende Tafel vorgestellt.

Aus diesem in England bekannten Werke hätte doch also Haldane, (*Annalen*, V, 115,) oder der Herausgeber Nicholson, von einer so einfachen und zweckmäßigen Zurüstung Kenntniß haben können. Von jenem Abdrucke mache ich mir das Vergnügen ein Exemplar für Sie hier beizulegen.

2. Vom Herrn Geheimen Oberbaurath
Eytelwein.

Berlin den 13ten Jan. 1801.

— — Beständige, unaufschiebbare Geschäfte und Reisen sind die Ursach, warum der Druck meines *Handbuchs der Hydraulik* Jahr und Tag verzögert worden. *) Der Bogen H ist nun zwar in der Presse: wie lange ich aber noch die Correctur besorgen kann, weiß ich nicht; und dann bleibt wie-

*) Vergleiche wegen dieses wichtigen Werks S. 297.
d. H.

der alles liegen, weil ich keinem andern die Correctur übertragen will. Die Resultate meiner Versuche mit dem Venturischen Apparate sind eben jetzt darin abgedruckt worden: ich übersende sie Ihnen zum gefälligen Gebrauche, und wünsche, daß Sie gerade diejenigen Punkte darin finden mögen, welche Venturi unerörtert gelassen hat. Es war dem Zwecke meines Handbuchs nicht angemessen, noch mehrere Folgerungen aus den Versuchen zu ziehen, da ich, in Beziehung auf andere Materien, Gleichförmigkeit beobachten mußte. Vielleicht, daß H. Hofr. Buffe *) veranlaßt wird, nunmehr eine ganz befriedigende Erklärung der auffallenden Erscheinung zu geben, daß sich die Wassermenge bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zur ∇M bei der Mündung Φ und $\psi = 0,6176 : 1,5526$ verhält. **)

Sollten Sie nicht Gelegenheit haben, in Ihren beliebten Annalen den Mathematikern einige Vorschläge zur *Abkürzung der Sprache* in der angewandten Mathematik zu machen? Wir würden bei Büchern über Mechanik weit weniger Papier zu bezahlen haben, wenn Wörter, die oft vorkommen, bestimmte Zeichen erhielten. So würde ich folgende Zeichen vorschlagen:

↔ statt Gleichgewicht
 ⇨ — Geschwindigkeit

*) Vergl. *Annalen der Physik*, IV, 116.

d. H.

**) Vergl. S. 312.

d. H.

□ statt Gewicht

▽ — Wasser } welche schon bekannt sind, u. s. w.
 △ — Luft }

Ich gestehe zwar, daß ich es nicht gewagt habe, hiervon Gebrauch zu machen; es kommt aber auf einen Vorschlag an, da selbst Kästner in seiner neuen Auflage der Hydrodynamik das Zeichen ▽ gebraucht hat. *)

3. Vom Herrn Prof. C. H. Pfaff.

Kiel den 26sten Jan. 1801.

— — Interessant war mir die Nachricht von Ihren eignen galvanischen Lichtversuchen. Bis jetzt habe ich den ganz feinen Draht, z. B. No. 10, immer noch am wirksamsten gefunden. Zwei Kugeln gegen einander genähert gaben mir keine oder nur höchst schwache Funken; dagegen wurden die Funken sehr lebhaft, wenn ich die Spitze des feinen Drahts der Kugel oder auch dem scharfen Rande der Zinkplatte näherte. Einige meiner Freunde,

*) Ein Vorschlag, der mir alle Rücksicht zu verdienen scheint, und der bei Mathematikern leicht Eingang finden dürfte, da sie an abkürzende Zeichen gewöhnt sind. Nicht nur der Schriftsteller würde dabei an Zeit, sondern auch der Leser an leichterem Ueberblick gewinnen, besonders wenn man sich dieser Zeichen mit gehöriger Beurtheilung nicht überall, sondern nur da, wo sie wirklich erleichternd sind, bediente.

d. H.

die sich mit diesen Versuchen beschäftigen, wollen äußerst lebhaft Funken erhalten haben, wenn sie eine vergoldete oder versilberte Terpenthin-Wachskugel anwandten, und diese dem Rande der obern Zinkplatte, oder auch einem kleinen Knopfe an derselben näherten. Auch fühlten sie die Erschütterung zwei- bis dreimahl so stark unter diesen Umständen. — Die so äußerst wichtigen *chemischen Versuche* glaube ich durch das Werkzeug, dessen Beschreibung ich für Ihr Journal beischliesse, sehr erleichtert und besonders sehr entscheidend gemacht zu haben. Nur auf diese Art wird der *wichtige Satz fest begründet*, daß das Wasser, in der Sprache der Chemiker zu reden, ein elementarischer Stoff sey, und nach Belieben in Sauerstoffgas oder Wasserstoffgas verwandelt werden könne. Was schon der unvergeßliche Lichtenberg als Hypothese hinwarf, was ich in meiner Schrift über thierische Electricität und Reizbarkeit zu einer Erklärung der Erscheinungen der Muskelreizbarkeit benutzte, daß nämlich das Wasserstoffgas sich vom Sauerstoffgas wie + und — unterscheide, jenes Wasser mit negativer, dieses Wasser mit positiver Electricität sey, scheint durch diese neuern galvanischen Versuche nun bis zur Evidenz erwiesen zu seyn. Uebrigens werde ich eine umständlichere Nachricht von meinen *mannigfaltigen Versuchen* im IVten Stücke des nordischen Archivs für die Natur- und Arzneiwissenschaft bekannt machen.

4. Von Herrn J. W. Ritter.

Jena den 28ten Jan. 1801.

Ich danke Ihnen für die Aushängebogen von B. VII, St. 2, der Annalen. Ich hatte den Tag vor ihrem Empfange, (am 24ten Jan.,) eben eine mühsame Arbeit über die Polarität im Galvanismus beendet; ihre Lectüre war daher für mich eine herrliche Erfrischung. Was Herschel's Beobachtungen einem Physiker, der es ernstlich meint, seyn müssen, können Sie sich leicht vorstellen, ja, daß sogar ein „Galvanist“ sich ihrer freuen darf, denke ich Ihnen schon in dem Aufsatze über Volta's Batterie, den Sie, lange genug versprochen, nun bald erhalten, deutlich darzuthun. — Ich batterieire, (so nennen wir es hier,) noch immer von Zeit zu Zeit, und wirklich scheint es auch sobald noch kein Ende damit nehmen zu wollen. Welche Arbeit allein, bis daß man weiß, womit man es eigentlich zu thun hat! Schon seit 4 Wochen habe ich alle Erfordernisse zu einer Batterie von 500 (Plattenpaaren) beisammen, aber noch immer haben mir die kleinern nicht alles gesagt, was ich mit der großen eigentlich zu machen habe; und bloße Neugierde soll mich zur Sünde ihres Mißbrauchs auch noch nicht verleiten.

Uebrigens kann ich Sie versichern, daß ich zu allen Batterien, die ich diese Zeit her gebauet habe, statt des Silbers nichts wie *Kupfer* gebrauche. Die Platten sind viereckig, und halten über 4 Quadrat-

zoll; 36 wiegen ein Pfund, das 17 Gr. kostet, und nicht mehr. Sie werden stark angefressen, das ist wahr; aber ich kann sie 5 bis 6 Tage in der Batterie lassen, und darf sie dann nur in Braantweinspülig kochen, und auf Sand abreiben lassen, so sind sie wieder, was sie waren. Ich kann sie jedem empfehlen. Die Zinkplatten, mit denen ich sie verbinde, sind rund, und um etliche Linien breiter, als ein gewöhnlicher Laub- oder Kronenthaler. Zum Zwischenlegen habe ich noch immer dünne Pappen mit Salzwasser gebraucht, und wie stark die Wirkung von *Kupfer* in dieser Verbindung sey, können Sie daraus abnehmen, daß 3 solche Lagen in destillirtem Wasser, mit Golddrähten, bei $\frac{1}{4}$ Linie Abstand dieser ihrer Enden von einander, schon Gasblasen erzeugen, und bei 4 Lagen auf der Hydrogenseite schon einen continuirlichen Strom von Bläschen geben. Bei 20 ist der Funken gewiß.

Aber mehr als alles zur starken Wirkung einer Batterie überhaupt, thut doch die Reinlichkeit, mit der man sie besorgt. Bei den ersten, die ich zu meinem Gebrauche hatte, mußte ich ihr fast ganz entlagen; aber dem habe ich jetzt abgeholfen. Fast alles thut ein erhabner Rand, der rings um die Zinkplatten herumgeht, und der ihnen die Form gleich beim Gießen giebt. Er ist oben an der Seite, auf welche die Pappe zu liegen kommt, die rund umher etliche Linien schmaler ist als die Zinkplatte. Wie auch nun das Gewicht der obern Schichten auf die untern drücken und aus den Pappen

Feuchtigkeit auspressen mag, alle häuft sie sich innerhalb des Randes an, und kein Tropfen kömmt, wenn sonst nichts Schuld daran wird, über ihn herunter. So kömmts, daß alle Kupfer- und Zinkplatten der Regel nach einzig auf der Seite, wo sie mit der Pappe in Berührung sind, angefressen werden. Ein kleines Glastäfelchen isolirt die ganze, Hunderte hohe Batterie, und die Glasstangen, zwischen denen die Säule in die Höhe geht, und die überall nur von den trockenen Rändern der reinlichen Kupferplatten berührt wird, werden auch nicht leiten.

Wie gesagt, so lange es nicht möglich ist, Platten aus *Reijsblei*, (*Plumbago*,) in Menge und um ein Mässiges sich anzuschaffen, bleibt zu Batterien, vorzüglich zu grossen, nach dem Silber, das *Kupfer* die Substanz, die ich noch immer allen übrigen vorziehen werde.

Daß Herr Pfaff es übernommen hat, zwei Portionen Wasser vermittelt Volta's Batterie, die eine ganz in Hydrogen-, die andere ganz in Oxygengas zu verwandeln, ist mir sehr lieb. *) Es war das Erste, was Ungläubige nach der Anstellung meiner, das Wasser als einfach, — immer mag es da stehen, — ausweisenden Versuche, von mir geordert haben, und die große Batterie, um die ich schon früh bedacht war, hatte nichts als dies zur Absicht. Die Scheidung beider Wasserportionen

*) Vergl. S. 366.

hätte ich mit vollkommner concentrirter Schwefelsäure bewirkt, und zum Behälter des Ganzen ein bis zum Parallellstehen beider Schenkel krumm gebogenes, weites, in der Krümmung dünn ausgezogenes Glasrohr gewählt, u. f. w. *) Mir selbst indeß wäre, da nun das Gelingen des Versuchs keine Frage ist, durch die wirkliche Ausführung desselben, so nöthig sie auch andern zur Ueberzeugung seyn mag, nichts neues entstanden, und da seit der Zeit der wichtigen Dinge, die eine Untersuchung forderten, so viele wurden, habe ich ihn gern auf gelegnere Zeit verspart. Aber willkommen kann er uns allen seyn, wenn er einmahl da ist; und wer ihn auch hervorführt, Erkenntlichkeit werden wir ihm jederzeit schuldig seyn. Sicher wird uns Herr Pfaff diesen nicht alleinbringen; er hat noch manche gute Gesellschaft, von der immer einige zur Begleitung mitkommen kann.

Etwas Mühe nur wird die Darstellung eines *völlig reinen Wassers* machen, denn, wie es auch am Ende mit allen den Stoffen beschaffen seyn mag, etwas, (wenn auch ganz was anderes, als man so auf den ersten Anblick glauben sollte,) hat das in diesen Versuchen doch zu sagen. Alles unser Wasser, auch destillirt und ausgekocht, ist noch immer in einigem Grade *Azoture d'azote oxydé*, und um
alles

*) Unstreitig verdiente wohl Pfaff's, und noch mehr Davy's Methode, S. 115 f., diesen wichtigen Versuch anzustellen, den Vorzug. d. H.

alles Azot aus ihm zu entfernen, muß man zu sogenannten chemischen Mitteln seine Zuflucht nehmen. *) So langes Schütteln und Stehenlassen des ausgekochten destillirten Wassers mit Oxygen- oder auch mit Hydrogenas, bis weder im letztern Falle dieses, noch im erstern jenes, selbst nach längerer Zeit, die geringste Azotation mehr erleidet, neues Auskochen und darauf folgendes Ansetzen desselben mit einer Mischung aus reinem Oxygen- und Hydrogenas, scheint noch das Beste zu thun. Das Azot ist im Wasser gemeiniglich, (obgleich durch oberflächliche Mittel schwer zu trennen,) im Grunde nur leicht gebunden, nämlich an einen Antheil Oxygen, den das Hydrogen im Wasser auf leise Veranlassung so weit abtreten kann, daß es sich nebenher noch mit einem Antheile Azot beschäftigen kann, der dann mit dem Oxygen und Hydrogen in Eins zusammentritt. Freies Oxygen als Oxygengas in Berührung mit solchem Wasser, wirkt dann ziehend auf dieses Azote, das mit minderer Intensität an das, außer mit ihm, ja noch und vorzüglich mit dem Hydrogen des Wassers beschäftigte Oxygen gebunden ist, trennt es von ihm, und nimmt es dann als Gas neben sich auf. Freies Hydrogen als Hydrogengas wirkt auf ähnliche Weise, nur in ent-

*) Aus 8 Stunden lang gekochtem, noch warm in die Röhre gegossem und dann sogleich galvanisirtem Wasser, erhielt Davy doch nicht mehr ein Bläschen Stickgas; vergl. S. 128. d. H.

gegengesetzter Richtung. Näher nämlich dem, das Azot haltenden, Antheile Oxygen verwandt, als dieses, verbindet es sich mit ihm, theils zur Ergänzung des Wassers, werdend solches, theils auch als Gas es fortreißend mit sich; das Azot aber wird ausgeschieden, und bleibt ebenfalls als Gas mit dem zu seiner Abscheidung überflüssigen Hydrogengas vermischet zurück: — Vorgänge, die in Bezug auf das Gas selbst weit genug gedeihen können, um es begreiflich zu machen, wie der erste von ihnen, falsch verstanden, und überdies noch von mancherlei unterstützt, auf die dienstfertigste Weise, noch in der neuern Zeit Gelegenheit geben konnte, zu Behauptungen und Irrthümern, die die Chemie noch bis zur Stunde nicht hat ganz verwinden können. — Uebrigens ist von selbst klar, daß die beiden Wassermengen, die in Hrn. Pfaff's Versuche, die eine in Hydrogen-, die andere in Oxygengas, in gleichen Zeiten übergehen werden, sich durchaus nicht zu einander verhalten können, wie diese, d. i., sich gleich seyn werden, sondern vielmehr, daß die Quantität Wasser, die in einer gegebenen Zeit auf der Oxygenseite der Batterie in Oxygengas übergeht, wenn anders Lavoisier's Zahlen hier noch gültig sind, an $5\frac{2}{3}$ mahl größer seyn muß, als diejenige, welche in der nämlichen Zeit auf der Hydrogenseite der Batterie zu Hydrogengas umgebildet wird. *)

*) Daß dieses Lavoisiersche Verhältniß des Sauerstoffgas zum Wasserstoffgas, 85 : 15, in welchem

Anziehung, Abstoßung, Vertheilung, Mittheilung, Gegensätze in beiden, Polarität der ganzen Voltaischen Batterie als Einer, Farbegegensatz der Funken, und eine wirkliche Schlagweite der letztern bei beträchtlichern Größen, sind Phänomene, die ich zum Theil schon zu Anfang Decembers vorigen Jahres untersucht, zu Anfang Januars dieses Jahres aber sämmtlich ins Reine gebracht habe.

5. Von Hrn. M. Tauber, Gründer des physikalischen Museums.

Leipzig den 30ten December 1800.

— Ich lasse jetzt mehrere hundert Zinkplatten von verschiedner GröÙe zu 20 Kreuzern und $\frac{1}{2}$ Gulden, zu $\frac{1}{2}$ Laubthalern und Gulden, zu Speciesthalern und Laubthalern verfertigen, die sehr glatt und schön gerathen, und von denen ich das Stück der gröÙern zu 3 Gr., der mittlern zu 2 Gr., der kleinern zu 1 Gr. 6 Pf., ein Dutzend der ersten zu 1 Rthlr. 8 Gr., der zweiten zu 22 Gr., der dritten zu 16 Gr.

beide sich zu Wasser verbinden, dem Gewichte nach zu verstehen ist, welches bei den von Lavoisier bestimmten specifischen Gewichten beider Lustarten, ein Verhältniß von 1 : 2,52, dem Volumen nach entspricht, und in wie weit Davy's galvanisch-electrische Versuche diesem Verhältnisse entsprechen; auch wie dieser Versuch am lehrreichsten einzurichten wäre; habe ich schon S. 243, Anm., zu bemerken Gelegenheit gehabt. d. H.

Aa (2) 2

ablassen kann. Auch werde ich die Batterien ganz zugerichtet, jedoch ohne die Geldstücke, liefern können, je nachdem sie verlangt werden. Jetzt sind auch *doppelte Electrophore* von verschiedenen Gröſsen vorrätig. *)

6. Von Herrn Winterl,
Prof. der Chemie und Botanik.

Pesth den 28ten December 1800.

Es ist Ihnen wohl bekannt, daß einige der gangbarsten Hypothesen in den Natur-Wissenschaften nicht durch strenge Prüfung, sondern durch schlaue Kunstgriffe, deren sich sonst nur die schlaue Politik bedient, ihr Glück gemacht haben. Die Gelegenheit gab eine allgemeine Unzufriedenheit über die ältere Kunstsprache. Diese Unzufriedenheit war gegründet, wiewohl sie für unser Be-

*) Begüterten Liebhabern kann ich diese Gelegenheit empfehlen. Was Herr M. Tauber arbeiten läßt, und was von ihm im physikalischen Museo zu Leipzig herrührt, zeichnet sich, wie ich mich durch eignen Augenschein überzeugt habe, durch Einfachheit und Zweckmäßigkeit aus. Ganz besonderes Lob verdient sein Tachypyrion, ein sehr elegantes, dauerhaftes, aus Holz und Metall verfertigtes electrisches Feuerzeug, nach Art eines Cylinder-Gebüses, welches ohne Streit den Vorzug vor allen ähnlichen verdient und ausnehmende Bequemlichkeit gewährt. d. H.

dürfnis eben nicht die dringendste Forderung gewesen wäre; (ich bediene mich in meinen Schriften der alten Sprache, ohne zu fürchten, unverständlich zu seyn.) Dieses Bedürfnis, welches nur durch Namen, (z. B. Peter, Paul,) befriedigt hätte werden sollen, benutzte man, um Ideen aufzudringen, indem man Definitionen für Namen hinstellte. Die Gelehrten wurden zwischen zwei Wahlen gedrängt, entweder der neuen Namen zu entbehren, oder den Begriffen zu huldigen. Der Durst nach einer neuen Kunstsprache war, (zum Erstaunen,) so groß, daß man in die Falle ging! Selbst nachdem schon Berthollet selbst eingestand, daß in der hepatischen und in der Blausäure, (in letzterer räumte er doch zu viel ein,) keine Lebensluft enthalten sey, blieb man noch mit dem Namen: Sauerstoff, befriedigt; man blieb es auch mit dem Namen: Kohlenstoffsäure, nachdem man schon bemerkt hatte, daß die Lebensluft aus der Kohle in gewissem Temperaturgrade als azotische, (nicht fixe,) Luft zurückkehre, u. s. w. Ein anderer Kunstgriff gab dem neuen Systeme den Namen des antiphlogistischen, vermengte dadurch auf eine schlaue Art die Sache der neuen Kunstsprache mit der Sache des Brennstoffs, und verwies eben dadurch die Widersprecher unter die Anhänger der Stahlischen Lehre, was einige Chemiker weniger als die größte Beschimpfung vertragen können. — Die Lehrer der Physik nahmen die neue Kunstsprache ebenfalls an, indem sie sie aus dem sublimsten Theile der Chemie ab-

strahirten. Dies war freilich der Physik bequem, da sie der Ort zu ihrer Prüfung nicht ist, und es folglich ausser der Hinweisung auf den Consens der Chemiker keines Erweises bedurfte. Aber können wohl Consens und Unangefochtenheit jemahls Entscheidung gewähren? Gesetzt, dieser Schritt wäre grundlos; gesetzt, alle unsre Ausichten, in dem größten Theile der Naturwissenschaften tiefer, in die Wahrheit einzudringen, drehten sich am Ende um die wahre Ansicht des chemischen Zustandes der natürlichen Gegenstände: wie gefährvoll muß dieses seyn! — — —

So lange wir den Ideen, welche uns die neue Kunstsprache aufdringt, anhängen, bleiben wir, wie es mir scheint, in der That für die wahre Ansicht des Wärmestoffs, der Electricität, des Lichts, des Vitalitätsprozesses, der Luftmeteore und zahlreicher anderer physischen Grundkenntnisse ganz auf dem Irrwege.

Sie werden aus dem Angeführten leicht ersehn, warum ich die beiliegende Abhandlung Ihnen vorzüglich vorlege.*) Als Fortsetzer des Journals der Physik haben Sie ausschliesslich die beste Gelegenheit, mein Unternehmen seiner Absicht näher zu führen, welche rein die einzige ist, entweder die Physiker zu überzeugen oder von ihnen eines bef-

*) Iac. Io. Winterl, Chem. et Bot. Prof., *Prolusiones ad Chemiam saeculi decimi noni*, Budae 1800, 270 S., 8., der Göttinger Societät dedicirt. d. H.

fern überführt zu werden. In beiden Fällen, denke ich, sollen wir nicht auf die Consequenz verfallen, daß man sich einer Sprache bedienen könne, die den Wissenschaften Fesseln anlegt. Ich kann ohne den Ruhm eines Erfinders in mein Grab sinken, aber die beiden Wissenschaften bestehen nimmermehr ohne Freiheit! — —

7. Von Herrn Dr. Rodig.

Pirna im Januar 1801.

Ich wünsche folgende genaue Anzeige des Inhalts einer von mir ausgearbeiteten *Naturlehre*, (welche ich, in Ermangelung eines Verlegers zu deren Herausgabe, doch nicht ganz unbemerkt liegen lassen will,) in den von Ihnen besorgten *Annalen der Physik* als ein Depositum zu jedes Physikers und Chemikers Wissen, und vielleicht zu meiner eignen Legitimation, — weil ich wirklich seit einiger Zeit mehrere philosophische Chemiker auf eben dem Wege mir nachkommen sehe, — aufbewahrt zu sehen, und hoffe, Sie hierzu bereitwillig zu finden.

Es zerfällt dieses Werk, (welches einen mäßigen Octayband ausmachen kann,) in drei Hauptabschnitte.

Der erste enthält eine Untersuchung der Körper nach ihren Bestandtheilen mit Zugrundlegung der antiphlogistischen Chemie, deren einfache Stoffe aufs äußerste verringert; neue Versuche und gehörige Zusammenstellung bereits vorhandener geben

mir Hoffnung, alle Anhänger an die von Lavoisier gegründete Vorstellungsart der Chemie für diese Vereinfachung einzunehmen.

Der zweite Theil enthält die Theorie der Warmmaterie, worin, nach kurzer Uebersicht, des *Wenigen*, was Crawford hierin gethan, eine viel *bestimmtere*, der Beschaffenheit der Körper und den Wahrnehmungen gleich entsprechende Vorstellungsart befindlich; man überzeugt sich hieraus leicht, daß bei weitem die *meisten* zu Bestimmung des Verhältnisses der Wärme in den Körpern angestellten Versuche aus Mangel richtiger Vorstellungsart der Wirkung derselben ganz unnütz angestellt worden sind und noch täglich angestellt werden.

Der dritte Haupttheil enthält meine bereits bekannte Theorie des Lichts, welche erst hier in Verbindung mit den übrigen Lehren gründlich beurtheilt werden kann, welcher mehrere neue erst aufgedeckte Beweise beigelegt sind, so daß selbige jetzt gewiß vor jeder andern den Vorzug gewinnen wird.

Diese Naturlehre enthält die gewiß einzig mögliche und *vollständige* Theorie der Electricität, durch neue merkwürdige, *bestimmende* Versuche erwiesen, und eine kurze allgemeine Naturgeschichte beschließt das Werk, welches ich, dafern es im Drucke erscheint, nach dieser Anzeige beurtheilt und streng gerichtet zu sehn wünsche und erwarte.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, VIERTES STÜCK.

I.

VERSUCHE

mit Gebirgsarten von der Trapp - Formation, (Whinstone,) und mit Laven,

von

JAMES HALL, Bart. F. R. S. Edin. *)

Nach Dr. Hutton's Theorie der Erde sollen Granit, Porphyr und Basalt im Zustande einer voll-

*) Aus den *Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. V, Part. 1, for 1799, No. 3. Edinb. 1800. — *Whinstone* bedeutet, wie aus der Folge erhellt, jede zur *Werner'schen Flötz-Trapp-Formation* gehörige Gebirgsart. Die Beschreibung der einzelnen Steinarten, mit denen Hall seine Versuche anstellte, verdankt er dem Dr. Kennedy, und was die Namen betrifft, so versichert er, dabei sich der Nachweisungen des Hrn. Deriabin, eines in der Kunstsprache der *Werner'schen Schule* geübten Mannes, bedient zu haben. Auszüge aus Hutton's Theorie der Erde, die doch allzu kurz sind, findet man in Gren's *Journal der Physik*, B. IV, S. 466, und *Annal. d. Physik*, B. 7. J. 1801. St. 4. Bb

kommen Schmelzung an die Stellen hin' geflossen seyn, wo wir sie jetzt finden. Ihre innere Structur, die rauh und steinig ist, scheint aber dieser Hypothese zu widersprechen; denn bisher erhielt man beim Schmelzen erdiger Substanzen immer nur Glas, oder etwas von glasiger Natur.

Dieser Einwurf verliert aber viel von seiner Kraft, wenn man bedenkt, daß nach Hutton's Theorie die Wärme unter ganz besondern Umständen auf jene Körper gewirkt haben soll. Sowohl im Zustande des Schmelzens als noch lange nach dem Gerinnen sollen sie sich tief unter der damaligen Oberfläche der Erde befunden haben, und der durch den Druck der aufliegenden Erdmasse bewirkten Modification der Wärme, schreibt Hutton diese und viele andere wichtige Phänomene des Mineralreichs zu, die sich sonst schwer mit seiner Hypothese vereinigen ließen.

Noch ein zweiter Umstand, der nothwendig aus dieser Lage folgt, und den Hutton selbst übersehen hat, ist, daß jene Minerale, nachdem sie geschmolzen waren, nur sehr langsam erkalten konnten; dieser Umstand begünstigte wahrscheinlich eine Art von KrySTALLISATION, die das steinige und krySTALLINISCHE Gefüge bewirkte, das man in allen ungeschichteten Gebirgsarten, vom grobkörnigen Gra-

in Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik,
B. 6, Heft 4, S. 17; die Urschrift in den Transact.
of the R. Soc. of Edinb., Vol. 1. d. H.

nit an bis zum feinkörnigen fast homogenen Basalte findet. Diese Vermuthung bekommt durch einen Zufall, der sich vor Kurzem zu *Leith* ereignete, (und dergleichen schon früher Herr Keir bemerkt hatte,) noch mehr Wahrscheinlichkeit. Geschmolzenes grünes Bouteillenglas, das in einem grossen Tiegel langsam erkaltete, verlor ganz den Glascharakter, und nahm eine steinartige Structur an.

Dieses waren ungefähr die Gedanken, die ich der Societät im Jahre 1790 mittheilte, *) und die ich zugleich damahls bestimmten, meine Vermuthungen durch eine Reihe von Versuchen zu prüfen. Zwar ermunterte mich Dr. Hutton dabei keinesweges, tadelte vielmehr „die, welche meinten, die grossen Operationen der Natur im Mineralreiche beurtheilen zu können, wenn sie ein Feuer angeblasen und in ein Tiegelchen gekuckt hätten.“ Gesetzt aber auch, auf unfre Gebirgsarten hätte ein Grad von Hitze gewirkt, den wir nicht erreichen können; so kam es hierbei doch nur auf die Erscheinungen beim Gesehn an, welches bei einigen leichtflüssigen in einer niedrigen Temperatur vorgehn mußte, die wir sehr wohl in unsrer Macht haben. Und aus dem, was bei ihnen vorgeht, liess sich dann auch wohl analogisch auf die schliessen, welche für unfre Behandlung zu groß oder zu schwerflüssig sind.

*) *Transact. of the Roy. Soc. of Edinb.*, Vol. 3.

Ich liefs mich daher nicht abschrecken, gleich im Jahre 1790 meine Versuche anzufangen, und zwar unter den besten Ausichten, da ich die zufällige Erscheinung in der Leither Glashütte bald ganz in meine Gewalt bekam. Durch langsames Erkalten konnte ich das Bouteillenglas nach dem Schmelzen jederzeit in eine steinige Substanz verwandeln, und diese wiederum durch eine starke Feuerung und durch schnelles Abkühlen in vollkommnes Glas umschaffen. Diesen Versuch wiederholte ich mit einerlei Stoff sehr oft, und versicherte mich dadurch vollkommen, dafs es nur auf die verschiedene Art des Erkaltes ankommt, ob das Produkt steinig oder glasartig ist. Dabei mußte ich es damahls bewenden lassen.

Versuche mit Steinen von der Trapp-Formation.

Erst im Winter des Jahres 1798 konnte ich diese Versuche fortsetzen, und zwar wählte ich dazu, nach dem Rathe des Dr. Hope, (der durch die Entdeckung der Strontionerde bekannt ist und die Versuche anfangs mit mir in Gesellschaft unternehmen wollte,) den *Whinstone* und die Lava. Unter *Whinstone* versteht man in den meisten Gegenden von Schottland eine zahlreiche Klasse von Steinen, die in andern Gegenden unter den Namen: *Basalt*, *Trapp*, *Wacke*, *Grünstein* und *Porphy*, (*porphyry*,) bekannt sind, und die mir, als bloße Varietäten einer und derselben Steinart, einen gemeinschaftlichen Namen zu verdienen scheinen. Und zwar

weiſſ ich dafür keinen ſchicklicheren als den ſchottiſchen. Bei dem gegenwärtigen Zuſtande der Geologie iſt es ſehr wichtig, die ſcheinbare Uebereinſtimmung des Whinſtone's mit der Lava aufs Reine zu bringen, da dieſe beiden Klaffen von Gebirgsarten in vieler Rückſicht einander ſo ähnlich ſind, daſſ es natürlich ſcheint, die Bildung beider einer und deſelben Urfach zuzuſchreiben, und anzunehmen, daſſ der Whinſtone, ſo gut wie die Lava, der Wirkung des Feuers ausgeſetzt geweſen ſey.

Der Whinſtone, mit dem die erſten Verſuche angeſtellt wurden, war aus einem Steinbruche am Flusse Leith in der Nähe von Edinburg, und beſtand aus ſchwarzer und grünlich ſchwarzer Hörablende, innigt vermifcht mit einer blaſröthlich - braunen Subſtanz, die beinahe wie Feldſpath ausſah, aber viel ſchmelzbarer war. Beide Stoffe ſind unvollkommen, und unter einander, (*confusedly*,) in kleinen Körnern kryſtalliſirt. Die Hörablende, welche das Uebergewicht hat, iſt auf dem Bruche fireißig, obgleich an manchen Stellen blätterig; die röthlich - braune Subſtanz blätterig. Der Bruch des Steins in Maſſe iſt uneben und voll kleiner Facetten, die einigen Glanz haben. Er läßt ſich, wiewohl ſchwer, mit einem Meſſer ſchaben, und giebt angefeuchtet einen erdigen Geruch. Oft enthält er kleine Schwefelkies - Flecken.

Den 17ten Januar 1798 füllte ich einen Schmelztiegel von Reiſſblei mit Bruchſtücken dieſes Steins, und ſetzte ihn in den groſſen Reverberir - Ofen der

Eisengießerei des Hrn. Barker's. Ungefähr nach einer Vierteltunde fand ich die Masse geschmolzen und stark aufbrausend. Ich nahm den Schmelztiegel aus dem Feuer und liefs ihn schnell erkalten. Das Resultat war ein schwarzes Glas, mit einem leidlich reinen Bruche, doch hin und wieder mit Flecken vermischt.

In den folgenden Versuchen liefs ich den Whinstone allmählig abkühlen, damit er nicht glasartig werden, sondern Zeit haben möchte, durch Krystallisation seinen ursprünglichen Charakter wieder anzunehmen. Dieses glückte mir in so weit, daß die Masse nun zwar kein Glas war, doch hatte sie nicht die Eigenschaften des Whinstone's, sondern glich sehr einer Leber. Zuweilen erhielt ich eine glasartige Masse, voll kleiner Kugeln, die einen erdigen Bruch hatten. Endlich glückte mir aber doch am 27ten Januar die beabsichtigte Wirkung aufs vollkommenste. Ich brachte in diesem Versuche den Tiegel voll schmelzenden Whinstone's aus dem Reverberir-Ofen schnell in ein großes offnes Feuer, umgab ihn dort mit brennenden Kohlen, unterhielt das Feuer mehrere Stunden hindurch, und liefs es dann nach und nach ausgehen. Nach dem Erkalten wurde der Tiegel zerbrochen, und es fand sich in ihm eine Masse, die in jeder Rücksicht vom Glase verschieden war und in der Textur vollkommen dem Whinstone glich. Ihr Bruch war rauh, steinig und krystallinisch, und eine Menge kleiner glänzender Facetten war durch die ganze

Masse zerstreut. *) In den Höhlungen, die durch Luftblasen entitanden waren, konnte man die Krytallisation noch deutlicher bemerken, da sie mit sehr bestimmten Krytallen überzogen waren. Ich zeigte dieses Stück der Edinburger Societät und meinen Freunden vor. Auf ihren Rath beschloß ich, um allen Zweifel, ob auch wohl der Whinstone beim Schmelzen sein krytallinisches Gefüge schon gänzlich verloren haben mochte, zu heben, künftig den Stein erst in Glas zu verwandeln, und damit nach der zweiten Schmelzung die Krytallisation zu bewirken.

Diese Operation unternahm ich mit dem Dr. Kennedy, dem ich den glücklichen Erfolg der folgenden Versuche gröfthestheils zu verdanken habe. Wir verwandelten zuerst eine Menge desselben Whinstone in ein vollkommenes, schwarzes Glas, füllten dann einen Schmelztiegel mit solchen Glasstücken, und setzten ihn einer Hitze aus, von der wir glaubten, daß sie zum Schmelzen des Glases

*) Es befanden sich darin noch viele kleine Kügelchen, die wie Schrot ausfahen. Sie waren regulinisches Eisen, das sich aus dem Eisen-Oxyd in dem Whinstone mittelst des Reifsbleies reducirt hatte. Eben deshalb konnte aber der wiedererzeugte Whinstone mit dem anfänglichen nicht in allem übereinstimmen. Ich rath daher zu meinen Versuchen weiter keine Reifsbleitiegel, sondern Hestische und ähnliche, wobei die Resultate reiner ausfielen.

Hall.

mehr als zureichend seyn würde. Wir ließen das Feuer nachher allmählig ausgehen. Zu unserm Erstaunen fanden wir aber beim Herausnehmen des erkalteten Tiegels, daß die Glasstücke nicht zum vollkommenen Schmelzen gekommen waren; denn sie hatten meistentheils noch ihre anfängliche Gestalt. Dies brachte uns auf die Entdeckung einiger sonderbaren Eigenschaften des Whinstone's, von denen in der Folge eine befriedigende Erklärung vorkommen soll.

Eine andere Portion desselben Glases ward darauf in einem sehr starken Feuer vollkommen geschmolzen; dann zu einer Temperatur von 28° Wedgwood gebracht und in dieser 6 Stunden lang erhalten. Das Resultat war eine vollkommen solide Masse, die bis zu einer gewissen Tiefe ringsum krySTALLISIRT, im Innern aber noch glasartig war. In einem andern Versuche, wo das Glas nach der Schmelzung in einer Temperatur von 28° W. 48 Stunden hindurch erhalten wurde, erhielten wir eine gänzlich krySTALLISIRTE und durchaus steinige Masse. In ihren festen Theilen erblickte man Facetten, und in einigen Höhlungen oder Blasen waren kleine KrySTALLE angeschossen.

Dr. Hope und Herr Boswell wiederholten den ersten dieser Versuche mit gleichem Erfolge. Seit dem habe ich sie noch mit andern Arten des Whinstone's, und zwar immer mit gleichem Glücke, unternommen. Durch starke Hitze und schnelle Abkühlung verwandelte ich sie insgesammt erst in

Glas. In einer langen und schmalen Muffel, die ringsum mit glühenden Kohlen umschüttet wurde, aufs neue geschmolzen, und lange in einer Temperatur von 28° bis 30° W. erhalten, krySTALLisirten sie sich, und gaben aufs neue Whinstone.

Die aus den Gläsern erhaltenen krySTALLinischen Substanzen habe ich, auf den Rath des Dr. Hope, *KrySTALLiten*, (*crystallites*,) genannt. Die natürlichen Whinstone erweichen sich zwischen 38° bis 55° , die Gläser von 15° bis 24° , und die KrySTALLiten zwischen 32° bis 45° des Wedgwood'schen Pyrometers, wie man das aus der Tafel am Ende dieses Aufsatzes sehn mag. Die Pyrometer-Versuche wurden mit zwei vom sel. Wedgwood selbst verfertigten, und von seinem Sohne verificirten Instrumenten angestellt, und sind daher zuverlässig. Der Würfel lag unter der Muffel neben der Masse, und wurde herausgenommen, sobald diese so weit erweicht war, daß sie dem Eindrucke eines gebogenen Eisendrahts nachgab.

Bei dem Versuche über den Schmelzungsgrad des Glases aus der ersten Art Whinstone zeigte sich abermahls ein sonderbarer Umstand. Ich hatte einen langen dünnen Streifen dieses Glases unter der Muffel mit beiden Enden auf Träger von Thon gelegt, so daß er in der Mitte nicht unterstützt war, und erwartete, ihn hier beim geringsten Grade des Erweichens sinken zu sehn. Als die Muffel eine mäßige Hitze erlangt hatte, bemerkte ich eine kleine Veränderung in der Gestalt des Glases; ich ließ

es daher eine Zeit lang bei dieser Hitze, um eine völlige Schmelzung zu bewirken, doch erfolgte keine Veränderung, selbst als ich die Hitze beträchtlich vermehrte. Erst, als die Hitze bis über 30° W. getrieben war, sank das Glas gänzlich zwischen den beiden Stützen nieder.

Dieses brachte mich sogleich auf die Vermuthung, das Glas möge sich bei der Einwirkung der ersten Hitze erweicht, dabei aber krySTALLISIRT haben, und dadurch so schwerflüssig geworden seyn, daß es nicht eher wieder schmolz, als bis die Hitze über 30° W. stieg; eine Vermuthung, welche der folgende Versuch bestätigte. Nachdem die Muffel bis auf 21° W. erhitzt war, wurde ein Stück von demselben Glase in einer thönernen Schale hineingesetzt. Binnen einer Minute wurde das Glas so weich, daß es dem Drucke eines eisernen Stäbchens nachgab; als ich es in der zweiten Minute wieder berührte, war es schon gänzlich hart, obgleich die Temperatur noch völlig dieselbe war. Die verhärtete Masse hatte zugleich eine totale Veränderung erlitten. Sie war nicht mehr glasartig, hatte einen Bruch wie Porzellän; etwas glänzend, und ihre schwarze Farbe hatte sich in eine dunkelbraune verändert. Als sie darauf wieder der Hitze ausgesetzt wurde, fing sie erst bei 31° an zu schmelzen, war also in der vorigen Hitze noch immer schwerflüssiger, als das bis 13° oder 14° W. erhitzte Glas.

Eine Menge ähnlicher Versuche hat es außer allen Zweifel gesetzt, daß das Glas aus dieser Art

von Whinstone in jeder Temperatur von 21° bis 28° Wedgw. einschliesslich, vom weichen oder flüssigen Zustande durch KrySTALLISATION in den festen übergeht. In den niedern Graden dieser Temperatur, z. B. bei 23° , geht die KrySTALLISATION schnell und unvollkommen, in den höhern, langsamer, aber vollkommner vor sich. Uebrigens findet sie noch statt, wenn die Temperatur innerhalb jener Grenzen, nur nicht zu schnell, steigt oder sinkt. — Hieraus lässt sich das leberähnliche Produkt bei meinem ersten Versuche leicht erklären, wo ich die zur vollkommenen KrySTALLISATION nöthige Temperatur zu schnell hatte vorbeigehn, und die Masse zu geschwind erkalten lassen, (es war ein Mittelzustand zwischen Glas und KrySTALLIT;) auch warum im ersten Versuche mit dem Dr. Kennedy, wo wir schnell starke Hitze gaben, das Glas, ohne zu schmelzen und seine Gestalt zu ändern, in einen KrySTALLIT überging. *)

1. Alle diese Versuche wurden mit der ersten Art des *Whinstone's* angestellt, nämlich mit dem aus einem Steinbruche, (*Bell Mill* genannt,) an der Leith bei Edinburg, der größtentheils aus *Hornblende* bestand. Wiederholt wurden sie mit den 6 folgenden Arten von Whinstone.

2. Mit dem *Whinstone* des *Edinburger Schlossfelsens*, einem schwärzlich-blauen, feinkörnigen Sa-

*) Auch scheint hierauf der Unterschied zwischen Glas und Reaumürischem Porzellan zu beruhen.

salte, von unebnem, dem Splittrigen sich näherndem Bruche. Er ist im Ganzen homogen, (nur hier und da zeigen sich stellenweise wenige kleine Hornblend-Krystalle,) hat etwas Glanz mittelst kleiner Facetten, riecht erdig, wenn man ihn anhaucht, und schlägt am Stahle schwach Feuer. Das reine Glas, welches er bei plötzlichem Erkalten nach einer mäßigen Hitze gegeben hatte, wurde in drei Versuchen krySTALLfirt, und gab KrySTALLite, die dem Steine sehr glichen. Ein großes in der Glashütte verfertigtes Stück ist in der Farbe und Textur dem behandelten Basalte so ähnlich, daß es kaum möglich wäre, sie von einander zu unterscheiden, wenn nicht im künstlichen KrySTALLit sich einige Luftblasen befänden. Das Glas läßt sich nicht so leicht schmelzen, als das von Nr. 1, und scheint nicht die Eigenschaft zu besitzen, den Leber-KrySTALLit hervorzubringen.

3. *Mit Whinstone von den Basalt-Säulen von Arthur's Sitz bei Edinburg.* Die Grundmasse ist ein dunkelgrauer Basalt von unebnem Bruch und erdigem Geruche, der am Stahle wenig Feuer schlägt, und viele Blättchen krySTALLfirten Feldspaths, die stark glänzen, durchsichtig und meist farbenlos sind, auch etwas schwarze Hornblende enthält. — Bei einer Temperatur von 100° und drüber wurde die ganze Masse in ein reines schwarzes Glas verwandelt; bei einer mäßigen Hitze, von ungefähr 60° , blieb aber der Feldspath unverändert, indess die Hornblende sammt der Grundmasse zu Glas wurde,

Beide Glasarten lieferten sehr bestimmte KrySTALLITE; die letztere, in der sich die Feldspath-KrySTALLe unverändert befanden, eine Masse wie Porphyr. In der Grundmasse hatten sich in einem Exemplare so vollkommene KrySTALLe gebildet, daß man sie überall in den Höhlungen und auf der Oberfläche sieht, so daß diese durchweg schimmert; sie schienen Hornblende von neuerer Formation zu seyn, und waren sehr viel schwerflüssiger als der KrySTALLit, der sie enthielt, und fast eben so unschmelzbar, als einige Arten natürlicher Hornblende.

4. *Mit Whinstone aus der Nähe von Duddingstone-Loch.* Die Grundmasse ist schwarzer Basalt von unebnem Bruche, worin sich viele Augit-KrySTALLe, weniger grünlich-weißer, stark glänzender und durchsichtiger Feldspath, auch Körner von Olvin befinden, und die am Stahle etwas Feuer schlägt. Sein Glas liefert einen feinkörnigen KrySTALLit, gleich dem von Nr. 1.

5. *Mit Whinstone von Salisbury Craig bei Edinburgh,* einem Aggregate von schwarzer Hornblende und einer grünlich-weißen Masse, beide in kleinen Körnern. Die grünlich-weiße Masse gleicht Feldspath, ist aber weit leichtflüssiger, und der ganze Stein kömmt sehr nahe mit Nr. 1. überein. Sein Glas liefert einen KrySTALLit voll Facetten, der dem natürlichen Whinstone Nr. 4 sehr ähnlich ist.

6. *Mit Whinstone aus dem Flußbette der Leith,* der sich darin in großen Blöcken findet und ganz die Mischung des vorigen zu haben scheint. Ist die

weiße Masse in ihnen Feldspath, so würde sie der Werner'sche *Grünstein* seyn; allein sie ist für Feldspath zu leichtflüssig, und schmilzt in der Hitze eher als die Hornblende. Sie riecht erdig und läßt sich, wiewohl schwer, mit dem Messer schaben. Beim Schmelzen und KrySTALLISIREN verhält sich dieser Whinstone wie die andern.

7. *Mit Whinstone von den Basalt-Säulen von Stoffa.* Er ist ein blau-schwarzer Basalt; feinkörnig und homogen, von unebnem Bruche, sehr mattem Schimmer und erdigem Geruche, und läßt sich, wiewohl schwer, mit dem Messer schaben. Er giebt ein vollkommenes und sehr hartes Glas, von dem man bei gehörig registrierter Hitze einen gleichförmig feinen KrySTALLIT erhielt, der seinem Originale sehr ähnlich war.

Alle diese Whinstones nehmen nach dem Schmelzen, bei langsamem Erkalten, einen feinartigen Charakter an; mit Wahrscheinlichkeit läßt sich daher der ganzen Klasse diese Eigenthümlichkeit zuschreiben. Und so wären dann die Gründe, welche man gegen eine unterirdische Schmelzung der Gebirgsarten von der Trapp-Formation, (Whinstones,) bis jetzt von ihrer feinartigen Beschaffenheit anzuführen pflegte, hierdurch vollständig widerlegt.

Versuche mit Laven.

Eine genauere Untersuchung der Laven, die unbezweifelt über der Erde durch Hitze flüssig waren, ist zur Prüfung der Hutton'schen Theorie der

Erde vorzüglich wichtig. Da, nach ihr, die Whinstones im Innern der Erde durch dasselbe Agens auch flüssig gewesen seyn sollen, so müssen beide in manchem überein kommen, woraus sich ihre geognostische Beschaffenheit aufklären läßt.

Zu diesen Versuchen setzte mich das Kabinet vulkanischer Produkte in Stand, das ich in Gesellschaft J. Home's und Dolomieu's 1785 auf dem Vesuv, dem Aetna und den Liparischen Inseln gesammelt habe, und das aus lauter recht dichten Exemplaren besteht, die aus dem Innern der Lavaströme, und nicht, wie nur zu häufig geschieht, von der schlackigen Oberfläche weggenommen sind.

Diese dichten Laven und die Whinstones gleichen sich nicht nur beim ersten Anblicke auf das auffallendste, sondern ihre Aehnlichkeit hält auch die strengste Prüfung aus. Beide bestehn aus einer steinigten Basis, die häufig einzelne Krystalle von verschiedenen Substanzen, als von weißem Feldspath und schwarzer Hornblende, enthält, und die Aehnlichkeit geht selbst durch die verschiedenen Arten beider so weit hindurch, daß ich überzeugt bin, zu jeder Art Lava des Aetna lasse sich eine ihr völlig entsprechende schottische Whinstone Art auffinden.

So wie sie sich in ihren äußern Kennzeichen gleichen, stimmen sie auch in ihren chemischen Eigenschaften überein. Bevor ich jedoch meine Versuche, welche diese Uebereinstimmung beweisen, aufführe, muß ich ein Wort über Dolomieu's und Kirwan's Meinung sagen: *die Laven seyen keiner*

so intensiven Hitze ausgesetzt gewesen, um vollkommen schmelzen zu können. Die Art ihres Flüssigwerdens stellen sich beide verschieden vor. Hier ihre eignen Worte:

„Es ist nöthig, hier nochmahls zu wiederholen,“ (sagt Dolomieu, *Isles Ponces*, p. 7,) „was ich schon vor mehrern Jahren gezeigt habe, daß nämlich das Feuer der Vulkane in den meisten Fällen die Natur der Steine, die es in den Zustand des Schmelzens versetzte, nicht verändert, sie selbst nicht so unkenntlich gemacht hat, daß man die Basis der Laven nicht jetzt noch unterscheiden könnte; und daß dieses Feuer auf eine andere Art, als unser chemisches Ofenfeuer wirkt, und in den Laven einen Fluß hervorbringt, der von dem glasar-tigen Flusse ganz verschieden ist, den wir bewirken, wenn wir die Stoffe, die den Laven zu Basen dienen, oder die Laven selbst bei einem heftigen Feuer behandeln. Das Feuer der Vulkane hat keine Intensität; es kann selbst die allerschmelzbarsten Stoffe, als die Schörle, die sich wie Bestandtheile im Innern der Laven befinden, nicht in Glas verwandeln. Der Fluß, den dieses vulkanische Feuer bewirkt, ist eine durch eine bloße Ausdehnung bewirkte Auflösungsart, wodurch die Theilchen in den Stand gesetzt werden, über einander hin zu fließen, und vielleicht kommt noch die Beihülfe einer andern Materie hinzu, die dem Flusse zum Vehikel dient.“

Kirwan erklärt diese Annahme Dolomieu's für sonderbar und unbegreiflich; aber nach meiner Meinung ist die seinige nicht viel besser. Er sagt: (*Elements of Mineralogy*, Ed. 2, Vol. I, p. 396,) „Nun giebt es aber nur drei Arten von Schmelzungen: die, welche Porcellän, die, welche Email und Halbgläser, und die, welche Glas hervorbringt. Betrachten wir die Laven, so finden wir, daß sich nur ein sehr geringer Theil derselben in einem dieser Zustände befunden hat. Da sie aber doch flüssig war, so ist es klar, daß ihr flüssiger Zustand nicht von dem Flusse ihrer eignen Bestandtheile, sondern von dem einer fremden Substanz herrührte, die mit ihr gemischt war. Diese Vermuthung ist so wahrscheinlich, daß sie selbst Dolomieu, (bei aller seiner Vorliebe für eine besondere unbegreifliche Kraft des vulkanischen Feuers, vermittelt welcher es die erdigen Substanzen schmelzen soll, ohne ihre sichtlichen Merkmale zu verändern,) zu der Aussage brachte: „Ich hoffe beweisen zu können, daß die Laven in ihrem Innern einen verbrennlichen Stoff enthalten, der wie andere Körper brennt und zerstört.“ (*Isles Ponces*, p. 10.) Dennoch vergißt er, uns zu sagen, was dieser Stoff ist, ob es gleich ganz klar am Tage liegt, daß er nichts anderes als Schwefel und Erdspech seyn kann, die sich in großen Quantitäten in allen vulkanischen Gegenden befinden, bei einem geringen Grade der Hitze flüssig werden, und alle die steinigen Substanzen, die sich in ihnen befinden, in Flus bringen.“

Die Meinung dieser beiden Geologen stützt sich auf den Wahn, daß aus der Lava, wenn sie in unserm Feuer völlig in Fluß gebracht ist, nichts anderes als Glas entstehen könne. Giebt man dieses zu, so möchte es allerdings sehr schwer seyn, alle Erscheinungen bei vulkanischen Ausbrüchen aus den bis jetzt bekannten Naturkräften abzuleiten, weshalb der eine dieser Geologen zu einer hypothetischen Modification jener Kräfte, der andere zu dem Einflusse gewisser Stoffe seine Zuflucht, die keine Spur ihres Daseyns hinterlassen haben, *) und die, wären sie auch gegenwärtig gewesen, doch nicht die Wirkungen hätten hervorbringen können, die er ihnen zuschreibt.

Nach beiden Hypothesen soll die Hitze der Vulkane von sehr geringer Intensität seyn. Die wenigen Beobachtungen aber, die ich anzustellen Gelegenheit hatte, und die von unzähligen Thatfachen bestätigt werden, welche mehrere Reisende erzählen, überzeugen mich, daß sie bei weitem den Grad übertreffen muß, der zum vollkommensten Schmelzen der Laven und aller der Substanzen, die in

*) Alle Laven, die ich gesehen habe, enthielten nicht die geringste Spur von Steinöhl; auch traf ich nirgends Schwefel an, als da, wo er durch die sich verdichtenden Dämpfe erzeugt wurde, welche sich, lange Zeit nach beendigtem Ausbruche, aus Spalten erheben. Hall. Vergl. *Annal. der Phys.*, VI, 30 33 u.

ihnen enthalten sind, erforderlich ist; *) und die bereits beschriebenen Versuche zeigen, daß, um ihr Entstehen zu erklären, es gar nicht nöthig ist, etwas anzunehmen, das dem gewöhnlichen Laufe der Natur fremd ist, indem sie darthun, daß Glas nicht das einzige Produkt der Schmelzung ist, und daß die geschmolzenen, der Lava so äußerst ähnlichen, Whinstones ihren steinigen Charakter wieder annehmen, wenn man sie allmählig abkühlen läßt. **)

Um die Wahrheit dieses Schlusses nicht allein durch Analogie, sondern auch unmittelbar darzu-
thun, stellte ich folgende Versuche mit verschiedenen Arten von Lava an. Von vier derselben bin ich ganz gewiß, daß sie von geflossnen Lavaströmen hergenommen sind. Bei dem gegenwärtigen Zustande der Geologie muß man sich die möglichste Mühe geben, um sich ganz gewiß zu überzeugen, daß die gesammelten Stücke wirklich Lava sind, da dieser Umstand so oft ist übersehen worden, wie ich

*) Vergl. *Annal. d. Physik*, V, 432 a. 435 a. d. H.

**) Ich bin daher fest überzeugt, daß sowohl die Bildung der in den Laven befindlichen isolirten Stoffe, als auch die Eigenthümlichkeiten der innern Structur, welche die Laven mit dem Granit und den Basalten gemein haben, der KrySTALLISATION zuzuschreiben ist, die nach dem Schmelzen bei langsamer Erkaltung eintritt. Auch Beddoes erklärte nach mir aus der KrySTALLISATION bei langsamem Erkalten den Charakter des Granits und der Basalte. *Hall.*

nachher zeigen will, wenn ich von dem Unterschiede der Laven von den Whinstones reden werde.

1. *Lava von Catania*. Dieses ist die berühmte Lava, welche 1669 einen großen Theil der Stadt Catania verheerte. Der innere Theil des Stroms, den Dolomieu sehr genau beschreibt, *) aus dem das Stück genommen ist, besteht aus einer lichtgrauen Grundlage, die mit Kry stallen von Feldspath und Schörl, (Augit,) vermischt ist. Im Allgemeinen gleicht sie sehr der Gebirgsart der Basaltfäulen von Arthurs Sitz, mit der sie auch gleiche Erscheinungen in unsern Versuchen darbot. Nach einer starken Feuerung und schnellem Erkalten wurde sie in ein reines, schwarzes Glas verwandelt; war die angewandte Hitze nur mäßig, so blieben die Feldspath-Kry stallen unverändert. Gläser von beiden Arten, welche nach dem zweiten Schmelzen in

*) *Isles Ponce*, p. 256: „Elle est formée d'une pâte
 „de roche de corne grise, à grains fins, mêlés
 „d'écailles, et de cristaux de feldspath de même
 „couleur; elle contient un très grand nombre de
 „cristaux de schörl noir, et de grains de crysolites
 „jaunes, les unes et les autres quelquefois chatoyans,
 „de différentes couleurs dans leurs fractures.
 „.... Cette lave a une cassure sèche, et un grain
 „rude, surtout dans le centre des courans; c'est
 „là où elle a toujours conservé une couleur plus
 „claire, qui doit être celle de sa base; sur les bords
 „et les surfaces elle s'est fort noircie; elle y a
 „acquis une assez forte action sur l'aiguille amantée,
 „que celle du centre n'a presque point. H.

einer Temperatur von 28° W. erhalten wurden, lieferten steinige und krySTALLINISCHE Substanzen, welche etwas schwerer schmelzbar waren als ihre Originale; setzte man sie aber einer Temperatur von 22° W. aus, so krySTALLISIRTEN sie sich plötzlich, wie die meisten Whinstone, in Leber-KrySTALLITE. Diese letztere Eigenschaft ist allen Laven gemein.

2. *Lava von Santa Venere*, aus einem Strome unweit der kleinen Kapelle St. Venere, über dem Dorfe Piedimonte an der nördlichen Seite des Aetna. Da sie Steinen gleicht, die man für keine vulkanische Produkte hält, so waren wir sehr aufmerksam, unfre Stücke aus dem wirklichen Lavastrome herauszuberechnen. An dem einen Stücke, das übrigens meist dicht ist, hängt noch eine schlackige Masse, die einen Theil der äußern Oberfläche des Lavastroms ausmacht. Die feste, dichte Masse ist von schwarzer, oder vielmehr von dunkelblauer Farbe, sehr feinkörnig und homogen, und hat eine Menge kleiner glänzender Facetten, die in der Sonne sichtbar sind. Hierin und in andern Rücksichten gleicht sie sehr der Gebirgsart des Edinburger Schloßfelsens. Diese Lava ist die zweite in D'Omieu's Verzeichniß und von ihm sehr gut beschrieben. *) Das aus dieser Lava erhaltne reine

*) Page 186: „Lave homogene noire: son grain est fin et serré, il est un peu brillant, comme mica, c'est lorsqu'on le présente au soleil; sa cassure nette et sèche est conchoïde comme celle du fîlex.“

schwarze Glas lieferte in der gehörig regierten Hitze die am besten und durchgängigsten krySTALLisirte Masse, die wir je aus einer Lava oder einem Whinstone erhalten haben.

3. *Lava von La Motta di Catania.* Sie ist ebenfalls dicht und homogen, bis auf einige kleine gelbe Chrysolitkörner, die in ihr zerstreut liegen. *) Sie ist durch eine Partial-Eruption herausgetrieben worden, und durch die Sandsteinhügel hervorgebrochen, welche den Aetna umgeben. Die Lage dieser Masse ist besonders: sie ruht auf einem kleinen Hügel, der aus losen Schlacken gebildet, und dessen Gipfel und Seiten so mit der Steinmasse bedeckt sind, daß man keinen Krater sieht. Dieser Anblick befremdete mich sehr, und brachte Dolomieu und mich auf die Idee, die Lava sey wahrscheinlich senkrecht in die Höhe gestiegen, und habe sich dann ringsumher ergossen. Ihre große Dicke und geringe Ausdehnung scheinen das zu begünstigen, was Dolomieu von verschiedenen Laven vermuthet: daß sie nämlich auf dem Boden eines Oceans ausgebrochen sind, der einst Sicilien bedeckte, und daß sie durch das schnelle Abkühlen bei der Berührung des Wassers verhindert wurden, sich weit auszubreiten. Diese Vermuthung scheint mir viel für sich zu haben. **) Kann ich indess diese Steinart dann

*) Dolomieu beschreibt sie p. 191. Sie gehört zu der fünften Abart seiner dichten Laven. H.

**) Dolomieu schreibt selbst die Bildung eines Theils des Aetna einer ähnlichen Ursache zu; eine

nicht für Lava, die zu einem äussern Strome gehört hätte, ausgehen, so besitzt sie doch alle chemische Eigenschaften des Whinstone's und der Laven. Das Glas aus ihr gab einen dunkelgrauen Krytallit von gleichförmiger Textur, der in jeder Rücksicht dem Krytalliten gleicht, den ich aus dem Whinstone erhalten habe.

4. *Lava von Island.* Ich erhielt sie zwar von jemand, der sie an Ort und Stelle gefunden hat, kann sie aber, da ich mit dem Vorkommen derselben nicht bekannt bin, nicht mit völliger Gewissheit für Lava ausgehen, ob sie gleich ganz so aussieht. Sie ist blau, ganz homogen und enthält einige Chrysolite unregelmässig in ihr verbreitet. Große Luftblasen nehmen beinahe die Hälfte des Volums ein, doch scheinen sie keinen fremdartigen Stoff in sich enthalten zu haben. Sie gab ein sehr schmelzbares Glas, und einen Krytallit, der dem Schmelzen viel stärker als das Original widerstand.

5. *Lava von Torre del Greco,* aus einem Strome, der sich im Mittelalter aus dem Vesuv in die See ergoss, und wegen seiner offenbar basaltischen Form die Aufmerksamkeit der Naturforscher besonders auf sich gezogen hat. Sie besteht aus einer grauen Grundlage, deren Bruch grobkörnig und uneben ist, und in welche große und bestimmte

Meinung, die ich bei einer andern Stelle dieses Aufsatzes Gelegenheit haben werde, näher zu beleuchten.

Hall.

Schörlkryftalle, (Augite?) und einige Chryfolite, (Vesuviane?) eingesprenkt find. Sie ſchmolz ſchwerer als alle andere Laven, dennoch kryſtalliſirte ſich ihr Glas in einer niedrigern Temperatur.

6. *Lava vom Veſuv, die 1785 ausbrach.* Erwägt man die Bedingungen, unter denen die 5 vorigen Laven in meinen Verſuchen, nach dem Schmelzen kryſtalliſirten, ſo bleibt kein Zweifel, daß das ſelbe auch in einem vulkanischen Strome ſtatt finden müſſe, der wegen ſeiner groſſen Maſſe nur ſehr langſam erkalten kann, und gewiß einen glasartigen Charakter annehmen würde, kühlte ſie ſich ſchnell genug ab. Dieſe letzte Behauptung kann ich durch einige Thatſachen beweifen, die ich zufällig im Frühjahre 1785 beobachtete, als ich einen aus dem Veſuv fließenden Lavaſtrom unterſuchte. Der Ausbruch von 1785 war nur wenig heftig, ſo daß ich mich dem feurigen Lavaſtrome, freilich nicht ganz ohne Gefahr, an drei verſchiedenen Tagen nähern und ihn beobachten konnte. Ein dünner weißer Dampf oder Rauch verbarg ihn faſt ganz; dieſen trieb der Wind zuweilen ſeitwärts, und dann zeigte ſich die Lava, wie ſie dort aus der Seite eines Hügels hervorbrach, recht deutlich. Sie war glänzend weiß, glühend, floß ſo geſchwind und behende wie Waſſer, und glich in jeder Rückſicht geſchmolznem Eiſen, das aus dem Hohofen hervorſtrömt. Die hervorquellende Lava kochte ſtark auf; ſo wie die Hitze abnahm, lieſſ dieſes Aufbrauſen nach, und offenbarte ſich zuletzt nur durch einige groſſe Blaſen,

aus denen beim Platzen ein weißer Rauch emporstieg. Da, wo ich mich dem Strome genähert hatte, befafs er noch eine starke Rothglühhitze, und hatte die Consistenz des Honigs. Eine Stange liefs sich mit Leichtigkeit hineinstofsen, und die Lava, die daran hängen blieb, war so zähe, dafs sie sich in Fäden ausziehen liefs; als sie kalt war, zeigte sie eine glänzende Oberfläche und einen glasartigen Bruch.

Ueberzeugt von der Glasartigkeit dieser Lava brachte ich das zweite Mahl Formen von Stuck, (*stucco*,) mit, um Abgüsse aus dieser seltenen Substanz zu machen, fand aber den Lavastrom nicht mehr so flüssig wie das erste Mahl. Doch war ich noch im Stande, mit Hülfe einer kleinen, an das Ende einer Stange befestigten Schaufel, das zum gegenwärtigen Versuche dienende Stück in teigartigem Zustande herauszuschöpfen. Ich drückte ein Siegel darauf, es nahm aber nur die Gestalt der Schaufel an, da es für einen genauen Abdruck zu grob war. Es ist sehr porös, so dafs die Luftblasen beinahe ein Drittel der Masse einnehmen, und enthält eine Menge kleiner weißer vesuvianischer Grönatkryrstalle, die in einer schwarzen Substanz liegen, welche aufs vollkommenste dem Glase gleicht, das wir in unsern Operationen aus der Lava durch schnelles Erkalten nach dem Schmelzen erhalten haben. Ausser allen andern Eigenschaften besitzt dieses Lavastück auch die Schmelzbarkeit der Gläser; denn es schmilzt vollkommen bei 18° W., d. i. 14 oder 15 Grad unter dem Schmelzgrade irgend einer steinigen Lava.

Bei allmähligem Abkühlen gab es mit allen den andern Lavagläfern ein und dasselbe Resultat. In den niedern Temperaturen lieferte es einen Leber-Krytallit, der unter 30° W. unschmelzbar war, und in den höhern eine steinartige Masse, die den gewöhnlichen Laven und Whinstonen glich, und erst bei 35° W. zu schmelzen anfang.

Was bisher ist gesagt worden, gilt bloß von den innern Theilen der Laven. Ihren Zustand an der Oberfläche zu erklären, schien mir anfangs sehr schwierig. Da sie hier viel schneller erkaltet, so sollte man erwarten, sie hier von glasartiger Natur zu sehn, und doch findet man auf der Oberfläche der Laven kein Glas, ausgenommen in wenigen Fällen, wie z. B. auf einer einzigen Stelle des Aetna. Diese Schwierigkeit verschwand indess, als ich bedachte, daß die Lava auch auf der Oberfläche, wegen der Nähe des darunter liegenden glühenden Stroms, keinesweges plötzlich erkalten könne, und daß über eine oder zwei Minuten vergehn, ehe ihre Temperatur von 23° bis zu 21° W. fallen kann. Wo dieses aber der Fall ist, verdichtet sich die Masse, wie ich gezeigt habe, zu einem leberartigen Krytallit. Und diesem gleicht die Schlacke der Lava vollkommen. Ein kleines Stück der aus dem fließenden Strome genommenen Lavamasse, das ich in eine Temperatur von 22° W. brachte, verlor in zwei Minuten seinen glasartigen Charakter; und hätte ich es nur etwas später aus dem Lavaströme geschöpft, so hätte es gewiß, wie der übrige Theil

der Oberfläche, schon damahls den Schlacken-Charakter erhalten.

Hieraus erklärt sich hinlänglich das Entstehn der Kruste, mit der sich die Oberfläche der fließenden Laven bedeckt. Gerönne die Lava, nach Art des Peches oder Wachses, mit einer allmählichen und gleichförmigen Zunahme an Zähigkeit, so würde keine Kruste entstehn; auch nicht, wenn die durch Berührung der kältern Luft etwas verhärtete Oberfläche, beim Darüberströmen heißerer Lava, wiederum erweichte, welches aber keinesweges der Fall ist, da, wie wir sahn, die Oberfläche der Lava, wenn sie bis zu 21° W. erkaltet ist, plötzlich zu einem festen Körper wird, der von keiner Hitze unter 30° W. zu erweichen ist, und die einmahl gebildete Kruste bildet einen festen Kanal, in dem die fließende Lava fortströmt. An verschiedenen Stellen des Aetna, (z. B. zu *Malpertui* über *Piedimonte*,) findet man dergleichen weite Kanäle, längs und aus denen die Lava geströmt ist, ohne sie zu zerstören.

Auch das unregelmäßige Strömen der Lava, wenn sie nicht mehr ausnehmend heiß ist, läßt sich hieraus erklären. Im untern Theile des fließenden Stroms bildet sich nämlich eine Kruste, die den Lauf hemmt, bis sie der Druck der dahinter sich anhäufenden flüssigen Masse endlich durchbricht, da denn die Lava schnell fortströmt, bis eine aufs neue sich bildende Kruste sie wiederum aufhält.

Was ich, nach Analogie der Eigenschaften des Whinstone's, behauptet hatte, daß der Stein-Charakter der Laven dem Umstande zuzuschreiben sey, daß sie nach dem vollkommensten Schmelzen nur allmählig erkalten; das wird durch diese Versuche direct bewiesen. Dieser Stein-Charakter der Laven kann folglich keinen Grund gegen die Intensität des vulkanischen Feuers abgeben, und wir dürfen, unzähligen Thatfachen zufolge, sehr wohl annehmen, daß die vulkanische Hitze oft von außerordentlicher Intensität sey.

Folgerungen für die Identität der Gebirgsarten von der Trapp-Formation und der Laven, und für Hutton's Theorie der Erde.

Die Vergleichung, die wir zwischen Whinstone und Laven angestellt haben, beweist, daß diese beiden Steinarten in allen ihren Eigenschaften so ganz übereinstimmen, daß wir sie für völlig identisch annehmen können; eine Identität, welche auch die chemische Analyse des Dr. Kennedy mehrerer der Whinstone- und Lava-Arten, mit denen ich die obigen Versuche angestellt hatte, aufs beste bestätigt. *) Nach ihr haben beiderlei Gebirgsarten dieselben Bestandtheile, und enthalten beide 0,04 bis 0,05 Natrum; ein Umstand, der ganz besonders für ihre Identität spricht, und aus dem sich ihr

*) Man findet diese Analyse im Anhange zu gegenwärtigem Aufsatze. d. H.

Uebereinstimmen in den Haupteigenschaften, so wie aus der kleinen Verschiedenheit in dem quantitativen Verhältnisse ihrer Bestandtheile, die geringen Unterschiede in den einzelnen Versuchen mit verschiedenen Stücken derselben Steinart, hinlänglich erklären läßt. *)

Diese genaue Uebereinstimmung ist der Huttonschen Theorie der Erde sehr günstig, nach der beide

*) Zwar sind die Chemiker bisher auf die Art des Abkühlens nach völligem Schmelzen nicht aufmerksam gewesen, haben aber doch manche Sonderbarkeit bemerkt, die der von mir aufgefundenen Eigenthümlichkeit bei allmähligem Erkalten zuzuschreiben ist. Die Schlacken aus Schmelzöfen gleichen genau meinem sogenannten Leber-Krystallit, entstehen also wahrscheinlich auf dieselbe Art. Einst sah ich eine dem Whinstone und der Lava in ihrem Stein-Charakter ausnehmend ähnliche Masse, die durch Schmelzen eines unreinen Kalksteines im Kalkofen entstanden war. Herr Dr. Beddoes hat ebenfalls ein krystallinisches Gefüge in den Schlacken einiger Eisenöfen bemerkt; und der berühmte Klaproth hat einige besondere Krystallifikationen geschmolzner Massen beschrieben, die er erhielt, als er verschiedene Substanzen in die Hitze des Berliner Porzellan-Ofens gebracht hatte. Hall.

Hierher gehören unstreitig auch die bekannten basaltähnlichen Säulen aus den ungeheuren Rhedenschen Hohöfen auf der Frankenscharrner Hütte unweit Klausthal: vielleicht auch das Reaumürsche Porzellan, über das man so lange im Dunkel gewesen ist.

d. H.

Steinarten ehemahls geschmolzen waren. Nur soll die Hitze auf sie unter wesentlich verschiedenen Umständen gewirkt haben. Es käme daher darauf an, Merkmahle dieser verschiedenen Wirkung in ihnen aufzufinden, welches in der That nicht schwer fällt.

In den Gebirgsarten von der Trapp-Formation findet sich häufig *Kalkspath*, so wohl in Adern, als nierenweise, nie aber in der Lava. Auch kann er in keinem vulkanischen Strome existiren, da dessen Hitze die Kohlen säure verflüchtigen und den Kalk zwingen müßte, sich mit den andern Bestandtheilen der Masse zu verbinden. In dem Whinstone dagegen, der nach Dr. Hutton's Meinung in irgend einer frühern Periode, in den Rissen des Erdkörpers, sehr tief unter der damahligen Oberfläche geschmolzen war, mußte durch das große Gewicht der aufliegenden Erdmasse *) die Kohlen säure zu

*) Frägt man, was aus dieser aufliegenden Erdmasse geworden ist, so antwortet Hutton, daß sie während einer unermesslichen Folge von Jahren durch dieselben Ursachen verschwunden sey, die noch jetzt unter unsern Augen die Oberfläche der Erde zernagen, und daß die fortgeschwemmten festen Theile im Grunde des Oceans, als Sand und lose Geschiebe liegen, welche, wenn sie bei künftigen Revolutionen in Fluß gerathen sollten, leicht wieder die Gestalt dichter Gebirgslager annehmen könnten.

Das Ganze dieses Systems hat für mich viele Wahrscheinlichkeit; nur daß ich mir die Art, wie

entweichen verhindert, und, wie in einem Papinischen Topfe. mit dem Kalke in Verbindung er-

die aufliegende Erdmasse entfernt worden ist, anders vorstelle, und mit Pallas, Saussure und Dolomieu annehmen zu müssen glaube, daß die Erdoberfläche, lange vor aller Geschichte, doch schon nach der Entstehung des Mineralreichs, durch große reißende Ströme ausgewaschen worden sey, welche hoch über die höchsten Berge fortgingen, und daß diesen Strömen die zerbröckelte und verwitterte Structur der äußern Hülle des Erdhalls zuzuschreiben sey. Auf den Alpen und in Sicilien habe ich mich durch Augenschein von mehreren merkwürdigen Thatfachen überzeugt, auf die Saussure und Dolomieu diese ihre Meinung gründen, und manche andere, die darauf deuten, wahrgenommen. Lord Daer, der mit mir der Huttonschen Theorie in allem, bis auf diesen Punkt, beistimmt, verstärkt das Gewicht jener Gründe durch merkwürdige Beobachtungen über Seen und in den Schottischen Hochländern, und wir sind Willens, diesen Gegenstand noch weiter gemeinschaftlich zu verfolgen. Dr. Hutton giebt sich im zweiten Theile seiner *Theory of Earth* viele Mühe, Alles, was das Daseyn solcher Ströme beweisen soll, zu widerlegen; aber nach meiner Meinung stimmen sie nicht nur sehr wohl zu seinen allgemeinen Ansichten, sondern lassen sich auch als eine notwendige Folgerung aus seinen Voraussetzungen herleiten. Denn wenn die Gebirgslager sich nach seinem Systeme aus dem Grunde der See erhoben, so mußte, geschah dieses nicht unbegreiflich langsam, das darüber stehende Wasser nach allen Richtungen

halten werden. Dieser Kalkspath scheint zwar zugleich mit dem Whinstone in Schmelzung übergegangen zu seyn, sich aber zu diesem wie Oehl zum Wasser verhalten, und unvermischt damit, sich in mehr oder weniger sphärische Tropfen vereinigt zu haben. *)

Dieser Umstand erklärt eine Erscheinung, durch die einige der ältern Mineralogen irre geführt wurden. Viele Gebirgsarten von der Trapp-Formation gleichen von aussen völlig den porösen Laven; beim Bruche findet man sie aber innerlich ganz dicht und voll runder Kalkspathnieren, die, wie sich dann zeigt, nahe an der Oberfläche nur durch das Regenwasser ausgewaschen sind. Die sphärische Gestalt der Luftblasen in den Laven und der Kalkspathnieren in den Trapp-Gebirgsarten, scheint von einer gemeinschaftlichen Ursache, nämlich von der wechselseitigen Abstoßung zweier gemischter Flüssigkeiten, die sich nicht mit einander verbinden, herzurühren.

Ich läugne nicht, daß diese *Theorie über den Kalkspath* bis jetzt noch bloße Hypothese ist, doch stützt sie die Analogie, und sie dürfte leicht zu entscheiden

mit einer Gewalt strömen, welche die Wirkungen, die ich ihnen zuschreibe, veranlassen mußte. Hall.

- *) Die durch Druck modificirte Wirkung der Hitze, welche unter allen Geologen Hutton allein in Betrachtung gezogen hat, unterscheidet seine Theorie wesentlich von allen andern vulkanistischen.

Hall.

scheidenden Versuchen und Beobachtungen führen. Gewiss müßte man bei einer sorgfältigen Untersuchung vulkanischer Gegenden auf Thatfachen stoßen, welche Licht über diesen Gegenstand verbreiten, und ich glaube zu dem Ende hier einige Beobachtungen mittheilen zu müssen, die ich selbst 1785, ehe ich noch irgend einem geologischen Systeme zugethan war, in den vulkanischen Gegenden Italiens gemacht habe.

Irrig glaubt man fast allgemein, daß einige Laven des *Aetna* Kalkspath und Zeolith enthalten. Zwar enthalten manche Felsen dieses Berges beide Stoffe in Ueberflus; aber nach meiner Meinung sind diese Felsen nicht aus Laven entstanden, sondern waren einst, gleich unserm *Whipstone*, dem sie in jeder Rücksicht gleichen, im Innern der Erde flüssig. Der District des *Aetna*, der die *cyklopischen Inseln* in sich faßt, und die Gegend um *La Prezza* und das Schloß *Jaci* sind ganz bestimmt von dieser Gebirgsart, von der man auch Spuren an andern Stellen des Berges findet. An einer Stelle fanden wir fossile Kohlen, an einer andern Seemuscheln. In der Nachbarschaft von *Bronze* bemerkten wir einen hohen Bergrücken, der aus abwechselnden Lagen von Sandstein und Kalkstein bestand, zum Theil von neuen Laven überströmt war, und der in seiner ganzen Ausdehnung keinen unbeträchtlichen Theil des *Aetna* auszumachen schien. Da folglich der *Aetna* aus unterirdischen und überirdischen Feuerprodukten zusammengesetzt ist, so giebt er die beste

Gelegenheit zur fernern Vergleichung der Gebirgsarten von der Trapp-Formation mit den Laven. *)

Nicht minder interessant für diese Vergleichung ist der *Vesuv*. Die Geschichte dieses Vulkans ist einfacher als die des Aetna, da er offenbar durch fortgesetzte Wirkung äußerer Ausbrüche entstanden ist, die ihn in irgend einer entfernten Periode aus der See emporgehoben haben, welche sich vormals über die *Campi Phlegraei* bis an die benachbarten Apenninen erstreckte. Der ganze Vulkan scheint einst aus einem einzelnen großen Kegel bestanden zu haben, wovon der größte Theil bei einem heftigen Ausbruche, (vielleicht dem zu Plinius Zeit?) versunken ist, so daß nur ein Stück seiner Basis zurückblieb, das nun der Berg *Somma* genannt wird. **) Dieses Bruchstück hat noch seine ursprüngliche Gestalt, und auf der gegen die Städte *Somma* und *Ottojano* zugewandten Seite ist die äußere konische Oberfläche, über welche die alten Lavaströme hinabgefloßen sind, noch gänzlich unverfehrt. Nach der Spitze des Kegels zu bricht der *Somma* steil ab, und bildet einen senkrechten, einige hundert Fuß hohen, nach innen gekrümmten Abgrund.

*) Schon *Dolomieu* nahm den Unterschied beider wahr, glaubte aber, daß die Massen, welche wir für unterirdische Schmelzprodukte halten, am Grunde des Oceans hervorbrachen. *Hall.*

**) Vergl. die Abbildungen des *Vesuv* in den *Annalen der Physik*, B. V, auf Tafel VII, Fig. 6, und auf Tafel VIII.

Aus dem Schlunde, der durch den Einsturz des alten Berges entstand, aber nicht genau aus dessen Mitte, sind die wiederhohnten Explosionen hervorgebrochen, die durch Anhäufung den gegenwärtigen Kegel des Vesuvs gebildet haben. Gegen die See zu hat sich dieser neue Kegel so ausgebreitet, daß er die Trümmer des alten vollkommen bedeckt, und sich in einem fortlaufenden Abhange vom Krater bis zum Fusse des Berges hinabzieht. Nach der entgegengesetzten Seite stößt er an die Grundlage der steilen Bergwand des Somma. In den Winkel, den beide bilden, haben sich viele Lavaströme ergossen, und dadurch ein schmales, horizontales, mondförmiges Thal erzeugt, das *Atrio del Cavallo* genannt wird.

Von diesem Thale aus giebt die Felsenwand des Somma eine vollständige Ansicht der innern Structur des alten Berges, die unsern Vorstellungen recht wohl entspricht. Jede der auf einander folgenden Lagen, die nach und nach auf die äußere Fläche des alten Kegels abgesetzt wurden, erscheint hier in Gestalt eines horizontalen Kreisbogens. Das Ganze besteht aus abwechselnden Schichten von dünnen Lavaströmen und sehr dicken Lagern loser und schaumartiger Rapillen, (*rapilli*), welche letztere aus dem Vulkan in einem weichen Zustande herausgeworfen wurden und schauerweise an den Seiten des Berges hinabfielen.

An verschiednen Stellen wird diese regelmäßige Lagerung durch senkrechte, 2 bis 12 Fuß mächtige

Laven unterbrochen, welche die eben beschriebnen Schichten regellos durchkreuzen, und ohne Unterschied durch die festen und lockern Lagen aufwärts gehen. Es fiel uns *) sogleich ein, daß diese Laven in Spalten des alten Berges müssen geflossen seyn, und wir erklärten sie uns daraus, daß ein herabbrinnender Lavaström in seinem Laufe auf eine Spalte oder Kluft kam, dergleichen bei jeder großen Explosion entsteht, und in ihr zum Innern des Berges zurückfloß; eine Vermuthung, in die auch Dolomieu und Breislak einstimmen, welche beide diese senkrechten Laven des Somma erwähnen. **)

Bisher hatten sie mich bloß als eine artige vulkanische Erscheinung interessirt; jetzt halte ich sie überdies für die Geologie für äußerst wichtig und folgerreich, da sie mir ein Zwischenglied zwischen den unter- und überirdischen Schmelzprodukten

*) Ich betrachtete diese Stelle in Gesellschaft des Dr. J. Home, 1785. Hall.

**) Dolomieu glaubt, (*Isles Ponces*, p. 100,) daß diese Laven über den Rand des Kraters flossen, und Breislak, daß sie zuerst die offne Höhlung des Kraters ausgefüllt, und sich von da in die Klüfte der Seitenwände des Kraters ergossen haben, (*Topografia fisica della Campania*, pag. 115.) Das letztere interessante Werk voll genauer Beschreibungen, erschien 1798. Hall.

Eines kurzen Auszugs daraus, wird sich der Leser aus den *Annalen der Physik*, V, 396, erinnern.

d. H.

auszumachen scheinen. Mit Recht, glaube ich, nahmen wir schon vormahls an, daß diese Laven in Spalten flossen, irrten uns aber in ihrer Richtung, da sie schwerlich abwärts, in den Berg hinab, sondern, wie ich nun überzeugt bin, aufwärts flossen, indem die Spalten gleich Röhren dienten, durch welche sich Laven, die an den Seiten des Conus ausbrachen, einen Ausweg bahnten. Dieses wird durch die bekannten Erscheinungen bei vulkanischen Ausbrüchen sehr wahrscheinlich. Mehrentheils pflegen die Laven sich vom Gipfel ab erst dann zu ergießen, wenn der Krater bis an den Rand damit gefüllt ist. Die Basis des Berges muß dann aber einen unglaublichen Druck nach aussen zu leiden, die dem Gewichte einer flüssigen Lavafäule, von der Höhe des Berges, gleich ist, wobei es natürlich zu erwarten steht, daß dieser Druck, unterstützt von den starken Erschütterungen bei einer Explosion, den Kegel zersprengt, und große Risse in ihm bildet, in denen die Lava durch denselben Druck aufwärts getrieben wird, und sich aus ihnen an der Oberfläche mit Heftigkeit ergießt. Der Ausfluß durch eine solche Spalte währt so lange, als die Kraft thätig bleibt, die den Druck bewirkt. Dann bleiben die Risse mit Lava gefüllt, die in dieser Lage erkaltet, und so die senkrechten Lavagänge bildet, dergleichen man am Somma antrifft.

Diese Meinung wird durch viele Erscheinungen bestätigt. So hört die Lava sogleich auf, aus dem Krater zu fließen, wenn ein Ausbruch an der Seite

entsteht. Zuweilen bricht sie an der Seite des Kegels mit solcher Heftigkeit hervor, daß sie hoch in die Luft geschleudert wird, und dann ergießt sie sich meist aus mehrern Mündungen, die nicht etwa hin und wieder zerstreut, sondern in einer fast geraden Linie liegen, welches offenbar anzeigt, daß dann die Entladung aus einem Risse hervordringt. Ein Umstand, den ich bei den senkrechten Lavagängen in Somma beobachtete, spricht nicht minder für jene Meinung. Die Masse in der Mitte der Gänge unterschied sich meist sehr von der an den Seiten, indess die Masse an den beiden Seitenwänden völlig übereinstimmte. Ich erkläre mir dies daraus, daß die Lava, die zuerst durch die Spalte floss, die Seitenwände bekleidete, und ein etwas verschiedner Strom, der auf sie folgte, beim Erkalten die Mitte des Ganges füllte. In einem Falle fand ich an beiden Seiten Lava und in der Mitte Tuff, welcher, wie man gewöhnlich annimmt, in dem Zustande eines wässerigen Schlammes hervorbricht. In einem andern Falle war die Gangart an den Seiten verglast, das Uebrige gewöhnliche Lava, welches sich aus meinen Versuchen leicht erklärt, da wahrscheinlich der Riss, in dem die Lava emporstieg, kalt war.

Will man diese Beobachtungen auf die allgemeine Geschichte der Erde anwenden, so sieht man leicht, daß die senkrechten Lavagänge in ihrer Lage die größte Aehnlichkeit mit den Gängen in unsern Gebirgen haben, welche in allen Theilen der Erde durch die Gebirgslager durchsetzen, und de-

ren Gangart nach Hutton einst durch die unterirdische Hitze geschmolzen war. Die in unser Gegend so häufigen Whinstonegänge unterscheiden sich von ihnen in keinem Stücke, so weit ich es beobachten konnte, und es läßt sich erwarten, daß genauere Prüfungen ihre Uebereinstimmung vollständig darthun werden. Doch dürfen wir uns aus ihnen nicht gar zu große Aufschlüsse versprechen: denn befand sich gleich die fließende Lava in den senkrechten Lavagängen des Somma ohne Zweifel unter einem großen Drucke der darüber stehenden Masse; so haben wir doch noch keinen Beweis, daß dieser Druck stark genug gewesen sey, um die Verflüchtigung der Kohlenensäure zu verhindern, wie dies nach Hutton's Meinung bei der Bildung des Whinstones der Fall gewesen seyn soll. Auf der andern Seite läßt sich aber auch nicht behaupten, daß dieser Druck dazu zu schwach gewesen sey, da wir den dazu nöthigen Grad des Drucks ganz und gar nicht kennen. Alle Lavagänge des Somma, die ich untersucht habe, waren vollkommen dicht, einen einzigen ausgenommen, den ich voll Poren fand, ohne doch bestimmen zu können, ob er aus wahrer poröser Lava bestand, oder ob nicht seine Höhlungen, wie die in unsern Whinstonen, durch das Fortspülen eingesprengter Kalkspathnieren nahe an der Oberfläche entstanden seyen. Gesezt auch, diese Poren wären wirkliche Luftblasen, so ist dieser Umstand doch nur einem einzigen Strome eigen, und kann leicht einem geringern

Grade des Drucks zugeschrieben werden, der höchst wahrscheinlich von gar verschiedner Stärke war. Einige dieser senkrechten Lavaströme können aus einer Zeit herrühren, als der Vulkan noch niedrig war, oder in einer niedrigen Fläche einen Ausweg gefunden haben; in beiden Fällen kann der Druck nur schwach gewesen seyn. Andere Ströme dagegen, deren Mündung hoch lag, hielten in ihren untern Theilen die volle Reaction einer hohen Säule flüssiger Lava aus, und müssen daher Wirkungen eines großen Drucks darstellen. Sollte ein künftiger Reisender so glücklich seyn, eine Kalkspathnere in einer der Laven zu finden, welche die Risse eines offenbar durch äußere Auswürfe entstandnen Berges einnehmen; so würde alles, was von den Wirkungen des Drucks behauptet wird, aufhören, bloße Hypothese zu seyn, und dadurch dieser Fundamental-Artikel der Huttonschen Theorie außer allen Zweifel gesetzt werden. *)

*) Kirwan's prüfende Bemerkungen über diesen für die Geologie nicht unwichtigen Aufsatz des Baronets James Hall, (gegenwärtiger Auszug daraus, war schon vor vier Monaten größtentheils gedruckt,) verspare ich für das folgende Stück.

Tabelle

über die Schmelzbarkeit der in den vorigen Versu-
chen erwähnten Stoffe, nach Graden des
Wädgwood'schen Pyrometers.

A. Gebirgsarten von der Flötztrapp Formation (Whinstones).	Grade, bei welchen er- weichte und zu schmelzen anfangt:		
	der Stein.	das Glas daraus.	der Kry- stallit.
1. Aus dem Steinbruche Bell Mill bei Edinburg.	40	15	32
2. Vom Edinburger Schlossfelsen.	45	22	35
3. Von den Basaltsäulen von Ar- thur's Sitz.	55	18	35
4. Aus der Nähe von Dudding- stone-Loch.	43	24	38
5. Von Salisbury Craig bei Edin- burg.	55	24	38
6. Aus dem Flußbette der Leith.	55	16	37
7. Von den Basaltsäulen von Staffa.	38	14½	35
B. Laven.			
1. Von Catania.	33	18	38
2. Von Sta Venere, Piedimonte.	32	18	36
3. Von La Motta.	36	18	36
4. Von Island.	35	15	43
5. Von Torre del Greco.	40	18	38
6. Vom Vesuv, 1785.	18	18	35

II.

NACHRICHT

von des Dr. ROBERT KENNEDY's chemischer Analyse des Bimssteins, dreier Arten von Whinstone und zweier Laven.*)

Den 5ten Februar 1798 legte Dr. Kennedy der Edinburger Societät seine chemische Analyse des *Bimssteins* vor, die besonders dadurch merkwürdig ist, daß sich unter den Bestandtheilen Kali gefunden hatte. Der zerlegte Bimsstein war von der gewöhnlichen Art, mit safrigem Gefüge und Seidenglanz. Bei einer Hitze von 60° Wedgwood hatte er sich in eine Art von Glasemail verwandelt, und unter einer Muffel schon bei 35 bis 40° Wedgwood so verändert, daß das safrige Gefüge nicht mehr wahrzunehmen war. Die Bestandtheile waren *Kali*, Kiesel-erde, Thonerde, und etwas Eisen. Von Kalkerde und Bittererde enthielt er keine

*) Aus Nicholson's *Journal of natural philosophy*, Vol. 2, p. 289. Kennedy's umständlicher Bericht über seine Zerlegung der Whinstone und Laven steht in den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. 5, P. 1, No. 4, und in Nicholson's *Journal*, Vol. 4, pag. 407 und 438, gehört jedoch nicht hierher, sondern für ein chemisches Journal.

Spur. — Mehrere andere Bimssteine von der gewöhnlichen, in den Gewerben gebräuchlichen Art, wurden eben so schmelzbar befunden, und gaben dasselbe glasartige Email.

In Absicht der erdigen Bestandtheile und des Eisens stimmt diese Zerlegung sehr nahe mit der des Prof. Klaproth überein; *) nur fand Klaproth bei seiner Analyse kein Kali. Höchst wahrscheinlich enthielt aber doch auch sein Bimsstein irgend ein Salz, da er im Berliner Porzellänofen zum Flusse kam, in welchem sich gewiss keine Mischung aus Kiefelerde, Thonerde und so wenig Eisen zum Schmelzen bringen läßt. **) Die Hitze dieses Ofens steigt, nach Klaproth's Beiträgen, B. 2, S. 88, auf 136° Wedgwood.

Am 5ten August machte Dr. Kennedy der Societät bekannt, daß er in mehrern Arten von *schottischem Whinstone Natron* entdeckt habe. Dieses ist, wie sich aus seiner chemischen Analyse ergab,

*) Klaproth fand im gemeinen Bimssteine von Lipari 0,775 Theile Kiefelerde, 0,175 Theile Thonerde und 0,0175 Theile Eisenkalk, nebst einer Spur von Braunkalk. (Klaproth's Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper, B. 2, S. 65.) Nach Scherer's allg. Journal der Chemie, B. II, S. 696, soll der Kaligehalt des Bimssteins 0,05 bis 0,1 betragen. d. H.

**) Auch hatte Klaproth 0,0325 Theile Verlust. d. H.

aufs Innigste mit den erdigen Bestandtheilen vereinigt, und läßt sich selbst durch die stärksten Säuren nur mit Schwierigkeit davon trennen.

Auch untersuchte Dr. Kennedy auf Verlangen Sir James Hall's eine *Lava vom Aetna* aus dem Lavaströme, der 1669 die Stadt *Catania* zum Theil zerstörte, und in welcher Hall, wegen ihrer großen Aehnlichkeit mit dem Basalt, sowohl äußerlich, als in manchem chemischen Verhalten, gleichfalls ein Alkali vermuthete. In der That fand sich in ihr Natron wie im Basalt, und so auch in einer zweiten *Lava* des Aetna. *)

*) Kennedy fand folgende Bestandtheile

in	Kieselerde.	Thonerde.	Eisen-Oxyd.	Kalkerde.	Wässrige und flüchtige Theile.	Natron.	Salzsäure.	Summa.
100 Theilen								
Basalt aus den Basalt-Mölen der Insel Staffa	48	16	16	9	5	4	1	99
Whinstone von Salisbury Cray bei Edinburg	46	19	17	8	4	3,5	1	98,5
Whinstone von Balton-Hill bei Edinb.	50	18,5	16,75	3	5	4	1	98,25
Lava von Catania	51	19	14,5	9,5	—	4	1	99
Lava v. Sta Venere	50,75	17,5	14,25	10	—	4	1	97,5

Die specif. Gewichte der zerlegten Steinarten waren der Folge nach: 2,872; 2,802; 2,663; 2,795; 2,823; und die Schmelzgrade, wie Hall sie angegeben hat. „Es ist zu bedauern,“ bemerkt Rob. Jameson

Eins der feuerbeständigen Alkalien, das vegetabilische, war schon vorher als Bestandtheil in einer Steinart vom berühmten Klaproth entdeckt worden, dem wir so viele, mit der größten Einsicht vollführte Zerlegungen mineralischer Körper verdanken.*) Dr. Kennedy's Untersuchungen zei-

in einem Briefe an den Hrn. Bergrath Scherer, in dessen *allgem. Journal der Chemie*, B. 4, S. 109, „dass sich Kennedy solcher unbestimmter Benennungen, wie *Whinstone*, bedient, um Fossilien, die bereits durch Werner bestimmt sind, zu bezeichnen. Der *Whinstone* des Salisbury-Felsens ist eine Art von *Grünstein*, die aus Hornblende und dichtem Feldspath besteht, und daher keinesweges ein Gegenstand chemischer Analyse.“ (Warum nicht für den Zweck, zu dem Hall sie sich im vorigen Aufsatze wünschte?) „Es bleibt daher völlig unbestimmt, ob das Natron im Feldspathe oder in der Hornblende enthalten ist. Eben so ist der *Whin* von Balton-Hill ein Wackenporphyr, dem außer Feldspath auch Grünerde beigemengt ist. Da alle diese Steinarten Salzsäure enthielten, und das Natron durch Kochen mit Schwefelsäure ausgeschieden wurde, so glaube ich, dass das Natron sich in ihnen mit der Salzsäure vereinigt befindet. Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich auch ein wichtiger Unterschied. Die Laven enthalten nämlich gar kein Wasser.“
d. H.

*) Nämlich ebenfalls in einer Steinart aus den vulkanischen Gegenden Italiens, im *Leucit*, von dessen Vorkommen und Ursprung Herr von Buch in den *Annal. d. Phys.*, VI, 53, handelt. Nach der

gen, daß ebenfalls das zweite feuerbeständige Alkali, das mineralische, in Steinarten als Bestandtheil vorkommt. Um so weniger dürfen wir uns hinführen wundern, Natron auf Vulkanen und auf der Oberfläche von Laven zu finden.

Klaproth'schen Analyse, (Beiträge, B. 2, S. 39 f.)
sah sich

im Leucit	Kieselerde	Thonerde	Kali	Summe	
vom Vesuv	0,537	0,246	0,213	0,996	Theile.
von Albano	0,54	0,23	0,22	0,99	
von Pompeji	0,545	0,235	0,195	0,975	

Späterhin entdeckten Klaproth und Vauquelin auch Kali im *Lepidolith*, welches darin, nach Vauquelin's Analyse, 0,12 Theile beträgt. Ferner entdeckte Vauquelin Kali im grünen sibirischen Feldspath oder im sogenannten *Amazonensteine*, zu 0,16, und salzsaures Kali im mehrlartigen *Chlorit* zu 0,02 Theilen; endlich, wenn ich nicht irre, Herr Assessor Rose in Berlin, auch Kali im *rothen Feldspath*. Schon früher erhielten Monnet und Bergmann aus dem *Alaunsteine* von Tolfa und Black aus dem *Kieselfinter* des Geysers Kali; so wie Dr. James Hutton *Natron* im *Zöolith*, und Kennedy selbst *Kochsalz* im gewöhnlichen *thonigen Sandsteine* um Edinburg gefunden haben; und zwar ist das Kochsalz im letztern in solcher Menge vorhanden, daß es an der Luft daraus efflorescirt.

d. H.

III.
VERSUCHE UND BEMERKUNGEN
über
den Galvanismus der Volta'schen
Batterie,

von
J. W. Ritter

in Jena.
In Briefen an den Herausgeber.

Erster Brief.

Jena den 14ten Febr. 1801.

Verhalten der Volta'schen Batterie zur einfachen galvanischen Kette. Vermuthlicher Galvanismus im Pflanzen- und im Thierreiche.

— **E**ndlich, mein verehrter Freund, bin ich dazu gekommen, Ihnen einiges von meinen zeitherigen Versuchen mit dem verstärkten Galvanismus der Volta'schen Batterie, wie ich sie immer noch nennen will, und den Resultaten derselben mitzutheilen. Ich denke, Ihnen zu zeigen, dass ich das an Sie deshalb gethane Versprechen immer noch zu halten hoffe, ungeachtet zufälliger Weise mehrere davon bereits an andern Orten erschienen ist. Sie, der Sie wissen, wovon die Rede ist, werden übrigens am ersten bestimmen können, an wem es liegt, dass ich Sie bitten muss, auch hier nur Aphorismen zu suchen.

1. Die zu den zunächst folgenden Versuchen angewandten Batterien waren von verschiedner Größe und Zusammensetzung. Im Anfange meiner Versuche, (Mitte Septembers v. J.,) bis Anfang Decembers bestanden sie aus Zink, Silber und Kochsalzwasser Pappe von 60 bis zu 84 Lagen, nachher aber habe ich mich, wie Sie aus meinem letzten Briefe wissen, (S. 573,) statt des Silbers, fast beständig des Kupfers bedient, und so auch mit der Flüssigkeit der Pappe mannigfach abgewechselt. Doch kommt in allen folgenden Versuchen, ausser wo ich der Ausnahme etwa ausdrücklich erwähne, keine Batterie vor, die aus mehr als 100 Lagen bestanden hätte.

2. Es ist eine eigne, sehr weitläufige Arbeit, alle die Umstände nach Zahl, Maass und Gewicht festzusetzen, die auf die Wirksamkeit galvanischer Batterien Einfluss haben können, und es wird lange währen, bis sich hierüber etwas Genugthuendes wird aufzeigen lassen. Gern übergehe ich daher, was ich in dieser Hinsicht bisher etwa bemerkt habe, um nicht durch Unvollkommenheiten, der Wirkung, die einst das Ganze haben muss, auf zu beleidigende Weise zu nahe zu treten. Nur *Einiges* über das *Wirkungsverhältnisse galvanischer Batterien zur einfachen Kette dieses Namens im Allgemeinen*.

3. Die Kraft einer galvanischen Batterie ist die mehrfache einer aus den gleichen Körpern und auf gleiche Weise zusammengesetzten einfachen galvanischen Kette, und bei sorgfältiger und durchgängig gleichförmiger Construction derselben wird sich über-

überhaupt die mögliche absolute Kraft einer gegebenen galvanischen Batterie zu der einer aus den gleichen Gliedern u. s. w. componirten einfachen Kette allemahl verhalten, wie die Zahl der Lagen zu 1. Es ist leicht, dies zu beweisen. Ich darf Sie hierzu nur an den Satz erinnern, den ich, schon vor 4 Jahren gefunden, und in meinem Beweise dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprozeß im Thierreiche begleite, (Weimar, 1798, 8,) S. 76, für gewöhnliche galvanische Ketten, in der mir damahls gebräuchlichen Nomenclatur des Galvanismus, so ausgedrückt habe: „Sich entgegengesetzte Bestimmungsgründe für Actionen von gleicher Gröfse heben einander auf; wenn sie ungleich sind, hebt der schwächere von dem stärkern so viel auf, als er, der schwächere, beträgt; überhaupt aber gleicht die Gröfse der wirklichen Thätigkeit einer galvanischen Kette der Differenz zwischen der Größensumme der nach einer Richtung bestimmten Actionen, und der Größensumme der nach der entgegengesetzten Richtung bestimmten, und ihre Richtung ist die der größern von beiden Summen. Ist jene Differenz gleich Null, d. i., sind beide Summen sich gleich, so ist auch die Thätigkeit der Kette gleich Null. Ist jene größer als Null, so drückt das Umwie - viel die Gröfse dieser Thätigkeit aus.“

4. Nach diesem Gesetze, das für ganze Ketten wie für einzelne Theile derselben gilt, ist die Action daselbst gleichmäfsig in

(No. I.)		und in	(No. II.)	
Frosch			Frosch	
Silber	Silber		Silber	Silber
Zink	Zink		Zink	Zink
Frosch			Frosch	
= 0;			Frosch	
			Silber	
			Zink	
			Frosch	
			= 0	

5. Bringt man aus der Kette No. I eine Verbindung **Zink + Silber** heraus, so entsteht:

Frosch		Frosch	
Silber	Frosch	Silber	Zink
Zink			
= 1;			

Und aus der Kette No. II wird bei gleicher Behandlung:

Frosch		Frosch		Frosch	
Silber	Frosch	Silber	Silber	Frosch	
Zink		Zink			
Frosch	Silber	Frosch		Silber	Zink
Silber		Silber			
Zink	Zink	Zink			
Frosch		Frosch			

6. Für No. I war diese Reduction die größte, deren sie fähig war; No. II aber kann noch eine erleiden, und durch nochmalige Wegnahme von **Silber** und **Zink** auf derselben, (rechten,) Seite übergehen in:

Frosch			
Silber	Zink	Frosch	
Zink	Silber	= 2 (Silber Zink) = 2;	
Frosch			

welches ihr Letztes ist.

7. Es steht aber No. I zu No. II in Rücksicht der Energie ihrer Action im Zustande der Reduction der Kette auf die angegebene Weise, in dem Ver-

hältniffe von $1 : 2$. In demselben Verhältniffe steht aber auch $2 : 4$, $3 : 6$, . . . $x : 2x$. Wie oft sich also auch in einer gegebenen galvanischen Kette Silber, Zink und Frosch wiederholen mögen, sobald es nur auf beiden Seiten in gleicher Menge und so geschieht, daß jedem Zink + Silber + Frosch der einen Seite, ein ähnlich liegendes ihm entgegengesetztes Zink + Silber + Frosch der andern correspondirt, und außer diesen Correspondenzen nichts anderes weiter in der Kette enthalten ist; wird jederzeit, wenn man die auf die eine Weise correspondirenden Verbindungen sämmtlich aus der Kette entfernt, und dadurch die eben so große Zahl der vorher durch jene aufgehobenen, (welche die Hälfte von den überhaupt in der Kette gewesenen Verbindungen ausmacht,) in Freiheit setzt, beim Schließen der Kette eine Action begründet werden, die sich zu der, welche eine einzelne Verbindung von Zink + Silber + Frosch zur Kette giebt, verhält, wie die Anzahl der vorhandenen wirkenden Verbindungen zu 1.

8. Aber der Leiter der von Volta sogenannten zweiten Klasse, dessen Stellen hier Frösche vertreten, darf keinesweges eben thierischer Natur seyn; ich hatte die Unnöthigkeit der Gegenwart thierischer Theile zur Wirksamkeit einer galvanischen Kette längst erwiesen. (S. diese *Annalen*, B. 2, St. 1, S. 80 bis 84 u. f., und meine *Beiträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus u. s. w.*, B. 1, St. 1 und 2, S. 111 — 284.) Er sey also Wasser.

Und damit gilt Alles, was ich im Vorigen von galvanischen Ketten der gewöhnlichen Composition ausmachte, auch vom Galvanismus, rein durch anorganische Körper begründet. Was sind aber alle mögliche Fälle

von Wasser }
 Silber } $\times (1 + x)$ anders als sogenannte gal-
 Zink } vanische Batterien?

Oder bestimmter für meinen Fall, für das Schema selbst aber, da der Leiter der zweiten Klasse eine Flüssigkeit, Feuchtigkeit . . . seyn kann, welche es will, nichts abändernd: was sind

Kochsalzauflösung }
 Silber oder Kupfer } $\times 100$ anders als eben eine gal-
 Zink } vanische Batterie von der
 Art, wie ich mich ihrer
 zu meinen Versuchen bediente?

9. So haben Sie die *Deduction der galvanischen Batterie für alle mögliche Größen aus der bloßen einfachen galvanischen Kette*. Sie sehen, wie leicht es gewesen wäre, längst auf sie zu kommen, und uns so schon jetzt im Besitze alles dessen zu sehen, was sie uns nun binnen mehrern Jahren erst entdecken lassen muß. Aber so geht es uns überall. Hinterher wissen wir immer genau, daß es so seyn *musste*, aber von wie Wenigem wissen wir, daß es so seyn *wird*. Nur selten öffnet uns die Natur auf Augenblicke die Augen, um es uns doch zu zeigen, was wir vermöchten, wenn wir es wagen wollten, sie länger offen zu halten. Denn wirklich dürfen wir nur *sehen*, um zu *finden*, und selbst dem *Suchen*

geht dieses *Sehen* überall voran; wie will man suchen, ohne zu wissen, was? —

10. Es ist noch nicht bekannt, auf welchem Wege Volta zu seiner Entdeckung gelangt sey. Aber unverzeihlich bleibt es mir immer, ihr so in der Nähe gewesen zu seyn, ohne je von dem, was ich täglich in Händen hatte, Anwendung zu machen. Ich habe sogar Actionen in componirten, mehrmahls Körper der zweiten Klasse zwischen festen oder Körpern der ersten Klasse enthaltenden Ketten, bei der Berechnung letzterer, wirklich addirt, wirklich subtrahirt, und doch habe ich nie absichtlich Zusammensetzungen von Actionen oder ihren Bestimmungsgründen vorgenommen, um damit im selbigen Verhältnisse grössere Wirkungen hervorzubringen. So finde ich z. B. in einem meiner Diarien unter den Fällen, die ich mir vor zwei Jahren schon für anzustellende Versuche aufgezeichnet hatte,

die Kette:		verrechnet zu
Wasser		(Zink Magnesiumoxyd-Action
Eisen	Gold	+ Gold Kohle Action)
Kupfer	Kohle	— (Eisen Kupfer Action
Wasser	Wasser	+ Zinn Silber Action)
Zinn	Zinn	= Zink Zinn Act. + Silber
Silber	Magnesiumoxyd	Magnesiumoxyd-Action
Wasser		+ Gold Kohle Act. — Eisen
		Kupferaction;

Berechnungen, in denen nicht allein bereits ein Anfang von galvanischer Batterie, (die addirten Actionen,) sondern selbst Fälle vorkommen, die zu

ihrer Analyse mehr Gewandtheit, als zur eigentlichen Ansicht und weitem Anwendung jenes nöthig ist, erfordern, und aus denen neben Anderm zugleich noch das folgt, daß alle und jede Verbindungen von festen Körpern, welche sie auch seyn mögen, sobald sie nur zu einander in demjenigen räumlichen Verhältnisse stehen, daß ich, nach meiner sonstigen Sprache des Galvanismus, sagen könnte, die Richtung aller dadurch begründeten Actionen sey überall dieselbe, in ihrer Composition eine Batterie bilden werden, deren Wirkung der Summe aller einzelnen zusammengenommen gleich kommt.

11. Es bedarf übrigens wohl keiner nähern Weisung, daß die Anwendung dieses Satzes bei der Construction galvanischer Batterien, die sehr groß werden sollen, und zu denen man eben nicht Zink und Silber, kurz, nicht immer eben dieselben Substanzen in hinlänglicher Anzahl haben kann, von Wichtigkeit werde, indem ihm zu Folge Fortsetzungen von:

Wasser (▽) *Silber Wismuth*, ▽ *Reißblei Zinn*, ▽ *Kohle Blei etc.*

oder

▽ *Zinn Zink*, ▽ *Reißblei Eisen*, ▽ *Magnesiumoxyd Kupfer etc.*

eben so gut galvanische Batterien von beträchtlicher Wirksamkeit geben, als homogene Wiederhohlungen von *Zink und Silber*, *Zink und Kupfer*, *Zinn und Silber*, *Zink oder Zinn und Gold oder Kohle oder Reißblei oder Magnesiumoxyd*; Verbindungen,

von denen die drei erstern bereits häufiger angewandt sind, die folgenden aber zum Theil zur Construction größerer Batterien darum vorzüglich nützlich seyn könnten, weil sie theils unter die wirksamsten galvanischen Verbindungen, die wir überhaupt kennen, gehören; theils aber auch für den Ort und Augenblick oft mit weniger Schwierigkeiten in Menge herbeizuschaffen sind, als die erstern.

12. Die galvanische Batterie ist überall nur als das Mehrfache der einzelnen galvanischen Kette zu betrachten. Alles, was von der Batterie gilt, gilt auch, nur in demselben Verhältnisse, in welchem die einzelne Kette kleiner ist, als die Batterie, von der einzelnen Kette, und so Alles, was von letzterer gilt, wieder, nur im umgekehrten Verhältnisse, von der Batterie. Lassen Sie mich das noch weiter verfolgen. — Sie wissen, daß zur Hervorbringung galvanischer Wirkung in der einfachen Kette nicht eben gerade zwei feste Leiter des Galvanismus und ein flüssiger nöthig sind; es ist eben so gut nur einer der ersten mit zwei verschiedenen der letztern Art dazu geschickt. Solche Fälle sind z. B.:

Kali- oder Natron- oder Ammoniakauflösung, Zink oder Blei oder Zinn u. s. w., und Wasser;

Schwefelkali- oder Schwefelammoniak-Auflösung, Silber oder Gold oder Reissblei oder Magnesiumoxyd, und Wasser;

Neutral- oder Mittelsalz-Auflösungen, z. B. salzigsaure Natronauflösung, Zink und Wasser;

salpetersaure Kaliauflösung, Silber und Wasser;

salzigsaure Barytauflösung, Zinn und Wasser;

Metallsalz-Auflösungen, z. B. effigsaure Bleiauflösung, Blei und Wasser;

schwefelsaure Eisenauflösung, Eisen und Wasser;

oder auch Substanzen, die aus dem Pflanzenreiche u. s. w. abstammen, wie concentrirte Opiumauflösung mit einem Metalle, oder ganz ohne dieses mit Kohle, Reissblei u. s. w., und Wasser.

Alles sind Verbindungen, die galvanische Ketten, und zwar mit einem Grade von Wirksamkeit geben, der oft dem nicht nachsteht, den man an Ketten gewohnt ist, die auf die gemeine Weise aus zwei selbst ziemlich verschiednen Metallen oder andern festen galvanischen Leitern und einer Flüssigkeit construirt sind. Mehrfach schicklich mit einander verbunden, werden also auch sie auf dieselbe Weise Batterien von grosser Wirksamkeit geben und geben können, wie es letztere thun. Von practischem Nutzen, z. B. um bei anzustellenden Versuchen die jetzt fast durchgängig übliche Zink-Silber-Batterie zu vertreten, werden sie nicht seyn: ihre Zusammensetzung ins Grosse würde zu umständlich ausfallen; als Erklärungsgrund aber so vieler zum Theil bereits bekannter, zum andern noch unbeachteter sogenannter *Verwandschafts-Anomalien* in der Chemie, ähnlicher Anomalien in der Physik, u. s. w., wird es indess immer höchst wichtig seyn, sich mit ihnen näher bekannt gemacht zu haben, wenn man, nachdem man weiss, welche mächtige chemische Paradoxien sich durch den Galvanismus, besonders den verstärkten, hervorbringen lassen, finden wird, dass jede dieser Anomalien, wenn nicht

etwa ein einziger schon vorhandener kettenähnlicher Conflict von heterogenen Substanzen alles bewirkt, zuletzt nichts anderes, als eine wirkliche, nur durch den Zufall oder die unbewusste Willkühr des Experimentators und oft aufs mannigfaltigste erzeugte, bald grössere, bald kleinere *galvanische Batterie* correspondirt, die von den gewohn-tern höchstens durch ihre äussere Form und die Kleinheit ihrer Sphäre, bei oft fast ins Unendliche gehender Zertheilung und Vertheilung der Glieder derselben abweicht.

13. Unter den kürzlich genannten Fällen galvanischer Kettenverbindungen kam unter andern eine vor, deren eines Glied vegetabilischer Natur war. So sind überhaupt *vegetabilische Substanzen*, sobald sie nur Leiter des Galvanismus sind, auch zu dessen Erzeugung geschickt oder mitgeschickt, je nachdem sie bloß Theile galvanischer, sonst zugleich noch aus Substanzen anderer Herkunft zusammengesetzter, Ketten ausmachen, oder auch unter der Bedingung der gehörigen Verschiedenheit von einander, sie ganz allein bilden. Der erste Fall kommt in einer Menge bisher angestellter Versuche bestätigt vor, und der zweite läßt, wenn man es auch bisher noch nicht direct gethan hat, doch sich mittelbar auf das evidenteste erweisen. Aller Galvanismus ist *Einer*, und so gleicht auch die durch vegetabilische Substanzen mit oder allein erzeugte Action ihrer Natur nach ganz der, die man in Ketten gewöhn-

licher Art oder auch in ganz anorganischer Materie componirten, antrifft. Auch die durch *Vegetabilien* gebildete galvanische Action muß also, jeder andern gleich, ebenfalls einer Addition zu Summen, deren Träger, Behälter . . . man *Batterien* nennt, fähig seyn. Was aber Galvanismus auf Veränderung und Umkehrung der Richtung und Wirkungsäußerung chemischer Kräfte vermag, ist bekannt. Wen mag es nun noch wundern, diese Veränderung, Umkehrung . . . gerade da wirklich anzutreffen, wo sie, allen Gründen nach, so sehr hingehört, und wer mag ferner noch an ein dem Organismus ausschließlich zugehöriges, zu dieser Umkehrung Gelegenheit gebendes eignes Princip denken wollen? Jede Pflanze ist, vom Galvanismus aus angesehen, nichts als ein Aggregat von unzähligen kleinen galvanischen Ketten zu Batterien, und dieser zu einer letzten *Batterie - Batterie*, und wie ich Volta's Batterie durch Gold (s. die Folge) Zink aus seinen Auflösungen fällen lasse, da sonst letzteres das erstere überall niederschlägt; so wird ja auch in Pflanzen, *B* aus *A*-Auflösung *A* niederschlagen, und das sich als Bestandtheil . . . der Pflanze ansetzen . . . können, was getrennt vom Ganzen, (außer dieser Batterie,) überall, das Gegentheil erleiden, d. i. von *A* niedergeschlagen werden würde, und der erste Prozeß wird wirklich wieder in den letzten über- oder zurückgehen müssen, wenn diese Trennung wirklich erfolgt, und nichts anderes als dieser Uebergang wird es seyn, der bei organischen Producten

den Charakter dessen ausmacht, was man *Fäulniß* nennt.

14. Aber wird es bei dem andern Theile organischer Körper, bei den *Animalien*, wohl anders seyn? Thierische Substanzen sind im Allgemeinen noch weit bessere Leiter des Galvanismus, als vegetabilische. Hier wird also auch der Galvanismus ein weit freieres Spiel haben, und alles, dessen er fähig ist, weit vollkommner erreichen können, als dort. Alles demnach, was vorhin von den Pflanzen galt, wird im nämlichen, nur größern, Verhältnisse auch von den Thieren wahr seyn. Die Gleichheit der galvanischen Action in Ketten aus bloß thierischen Theilen mit der in Ketten, die aus thierischen und anorganischen Theilen gemischt sind, habe ich bereits in meiner ersten Schrift über Galvanismus, (*Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprozeß im Thierreiche begleitet,*) dargethan, und an mehreren Orten der später erschienenen *Beiträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus* bestätigt; für alle aber, die dessen ungeachtet noch an jener Identität, so wenig sie auch Ursache dazu haben können, zweifeln wollten, so viel es nur irgend dem Gegenstande nach möglich seyn mochte, aufs Viel- und Mannigfachste in einer eigen dazu bestimmten Abhandlung im 5ten St. des 1sten Bandes der genannten *Beiträge*, (welches nächstens mit dem 4ten zugleich wird ausgegeben werden,) vollends bis zur unumtöflichsten Gewissheit gebracht, und überdies noch den eben so strenge geführten Beweis ihrer Identität mit der in rein-

anorganischen Ketten, wie die sind, aus denen Volta's Batterie zusammengesetzt ist, hinzugefügt. Die rein durch Animalien bestimmte galvanische Action muß folglich durch Anhäufung ihrer Bestimmungsgründe eben so zu beträchtlichen Summen anwachsen können, wie die zum Theil oder rein durch Substanzen anorganischer Herkunft erzeugte, denn beide sind ja eine und dieselbe. Jedes Thier ist also eben so gut, wie jede Pflanze, ja aus dem oben angegebenen Grunde in noch weit vollkommnerm Grade, als diese, eine ganze Batterie von galvanischen Batterien der mannigfachsten Zusammensetzung, und wenn, was Wahrscheinlichkeit genug für sich hat, von Humboldt's, (s. dessen *Versuch über die gereizte Muskel- und Nervenfasern*, B. I, Polen und Berlin 1797, 8., S. 151,) für thierische, (oder überhaupt für organische,) Flüssigkeiten aufgestelltes Gesetz, „dass sie nämlich als um so wirkksamere Leiter des Galvanismus erscheinen, je mehr sie belebt sind; d. h. je weniger ihre Elemente nach den von uns anerkannten Gesetzen der chemischen Affinität gemischt sind,“ nur der kleinere Theil eines größern allgemeinen seyn sollte, „dass überhaupt die Leitungsfähigkeit gleichnamiger Theile von thierischen Körpern für Galvanismus um so größer sey, je höher der Grad von Animalität dieses Körpers, die Stufe von Organisation, auf der er sich befindet, ist:“ was ist dann natürlicher, als dass der Mensch, an der Spitze aller Organisation auf Erden, wie er von der Natur dahin gestellt ist, auch

an der Spitze aller möglichen Galvanität steht, daß er es ist, in dem das System des Galvanismus, wie es in belebten Körpern sich organisiren kann, die größte Vollendung, Geschlossenheit, Continuität und Intensität seiner innern Einheit erreicht, die ihm überhaupt im Organismus auf Erden irgend werden kann. Auch physikalisch genommen ist es also der Mensch, auf den Alles, was den Galvanismus, das Studium und die Erweiterung seiner Sphäre angeht, die nächste Beziehung hat. Und so war es wohl natürlich, wenn ich in meinem nun seit 5½ Jahren gefundenen Beweise der Gegenwart des Galvanismus im Thierreiche, Alles, was ich damahls vom Galvanismus selbst wußte, zunächst immer auf die physischen und pathologischen Erscheinungen des menschlichen Körpers anwandte; — und in der That, noch habe ich keinen Grund, das Mindeste von den Erwartungen, die ich in jener Schrift, §. 25, S. 159 — 167, für die Gesundheits- und Krankheitslehre des Menschen aufstellte, zurückzunehmen, im Gegentheile könnte ich sie mit ähnlichen und selbst wichtigeren auf die gerechteste Weise vermehren; aber es wird der Sache selbst nützlicher seyn, sie vor der Hand noch zurückzuhalten. Vielleicht ist die schöne Zeit nicht mehr so fern, daß sich die, welche es eigentlich angeht, noch einmahl näher und ernstlicher für den Galvanismus und dessen Studium interessiren werden, als es bisher geschah. Dann wird sie das Verständniß und die Ueberzeugung der Gültigkeit jener, schüchtern genug nur als Vermu-

thung aufgestellten, Gewilsheiten lebhaft genug überraschen, um sie nun auch für das Weitere auf eine würdige Art empfänglich zu machen. Möge diese Hoffnung nicht vergeblich seyn! O, sie wird es nicht, und der lebendige Glaube daran soll uns ferner Muth genug gewähren; unsre fortgesetzten Bemühungen für Wahrheit und Recht nicht durch Kleinigkeiten beschränken zu lassen, die nur gleichsam dazu da zu seyn scheinen, das sie uns prüfen; ob es mit unserm Thun auch wirklich so redlich gemeint sey, wie wir es uns so gern überreden mögen.

15. Lassen Sie uns wieder zum Gegenstande selbst zurückkehren, und verzeihen Sie, wenn, was zuerst nur eine beiläufige Anmerkung ausmachen sollte, mir unvermerkt fast zur Abhandlung selbst herangewachsen ist. Zu dem, was ich einmahl sagte, hätte eigentlich noch weit mehr gehört, als ich gesagt habe, und, da dieses Mehrere sich zu weit von den Grenzen dieses Briefs entfernt, um in demselben eine Stelle zu finden, auch das Wenigere lieber ganz wegbleiben sollen. Doch will ich es stehen lassen, überzeugt, durch dasselbe, seiner Unvollständigkeit ungeachtet, Betrachtungen eingeleitet zu haben, die, ausgeführt und angewandt, das, was ich für den Augenblick noch zusetzen könnte, weit hinter sich zurücklassen werden.

Zweiter Brief.

Wirkung des Galvanismus der Voltaischen Batterie auf menschliche Sinneswerkzeuge.

16. Was über Wirkung des Galvanismus auf menschliche Sinneswerkzeuge aus Versuchen mit den einfachen Ketten bisher bekannt war, finden Sie ziemlich vollständig in meinem *Beweise u. s. w.* 1798, §. 15 — 18, S. 78 — 104, und ich weis nicht, daß seit der Zeit etwas von Merkwürdigkeit hinzugekommen wäre. Sie verbinden mich, wenn ich annehmen darf, daß Sie vor dem Lesen der folgenden Bemerkungen jene §§. von neuem durchlaufen haben.

17. Ich fange mit dem an, was ich, (wie 3 — 15 des Vorigen,) bereits im October v. J. für Sie niederschrieb, und den Monat vorher an Zink-Silberbatterien von 60 beobachtet hatte. *)

— „Die oberste Zinkplatte dieser Batterie war, um Drähte einhängen zu können, mit einem Haken *a*, und die untere Silberplatte mit einem ähnlichen *b* versehen. Bei der Verbindung beider durch zwei recht naß gemachte Finger der beiden Hände gab diese Batterie Schläge, die bis über die Länge der beiden berührenden Finger hinaus, oft selbst bis an das Gelenk der Hände drangen. Verbunden sich mehrere mit

*) Nur der Anfang von dem, was hier im Texte mit kleiner Schrift folgt, findet sich schon in Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde*, B. 1, S. 361 — 365. d. H.

feuchten Fingern sich anfassende Personen zur Kette zwischen *a* und *b*, so empfanden sie alle den nämlichen Schlag, und in einer Stärke, die bei der Verbindung weniger Personen fast die nämliche war, bei mehrern aber im Verhältnisse ihrer Anzahl abnahm. Uebrigens scheint dieser Schlag weit eindringender und innerlicher zu seyn, als gewöhnliche electriche Schläge von gleicher Stärke. *)

18. Brachte ich statt des einen Fingers die Zunge mit dem einen der beiden Haken der Batterie in Verbindung, so fühlte man jedesmahl empfindliche mit den bekannten Arten von Geschmack begleitete Schläge, und zwar so, daß der in der Verbindung Zink, Zunge . . . Finger, Silber mit starkem sauren Geschmacke begleitete, bei aller seiner Stärke viel milder und stumpfer war, als der stechende, schneidende oder gleichsam bohrende mit sogenannt alkalischem Geschmacke begleitete in Silber, Zunge . . . Finger, Zink. Beide Empfindungen dauerten, wie zu erwarten war, das ganze Geschlossenseyn der Kette durch fort. Beim Eintritt beider zeigte sich ein starker, sich über das ganze Gesicht verbreitender Lichtschein, und bei genauer Aufmerksamkeit bemerkte man auch hier fortdauernde entgegengesetzte Lichtzustände, von denen der erstere bei Zink, Zunge etc. *positiv*, oder eine Erhöhung, der andere hingegen bei Silber, Zunge etc. *negativ*, oder eine Verminderung der im Auge vorher gegenwärtigen Lichtmasse

*) Wahrscheinlich war es das Nämliche, was Volta veranlaßte, von diesen Schläge zu sagen, er gleiche dem einer schwach geladenen (electricen) Batterie von sehr großer Oberfläche. S. Nicholson's Journ. of nat. phil., Vol. IV, Jul. 1800, p. 180; und Annalen der Physik, B. VI, S. 342.

masse war. Diese Lichterscheinung trat überhaupt bei jeder Verbindung irgend eines den Galvanismus leitenden innern oder äußern Theiles des Vorderkopfs, z. B. der innern Fläche der Backen, der Nase, der Nasenspitze, *) der spongiösen Substanz der Zähne, dem Gaumen u. s. w., ein, und war jederzeit mit einem mehr oder weniger empfindlichen Schlage, **) und fortdauernden Empfindungen, die verschieden waren nach der Verschiedenheit des Organs und dem Verhältnisse desselben zu der Batterie, begleitet.

19. Am stärksten aber hatte ich die erwähnten Erscheinungen, wenn ich das *Auge* selbst in die Verbindung brachte, und am vernehmlichsten, wenn ich sie gegen Abend im Halbdunkel anstellte. Ich brachte dazu einen durch Draht mit einer der Endplatten der Batterie verbundenen Metallknopf in das offene Auge, und einen feuchten Finger unmittelbar, oder die Zunge, ***) die Nase u. s. w., ebenfalls durch Draht, mit der

*) Fast in allen, vorzüglich aber in diesen beiden Fällen, war zugleich der ganze Mund wie mit einem *Dufte* erfüllt, dessen Geschmack fortdauernd während des Geschlossenseyns der Batterie, ebenfalls, je nachdem die Nase . . . mit diesem oder jenem Ende der Batterie communicirte, sich bald mehr nach diesem, bald nach jenem, hinzog. Bei *Zink*, Nase . . . zeichnete sich der sich über die ganze innere Mundfläche verbreitende *säure* Geschmack ganz vorzüglich aus. R.

**) Aeusserst empfindlich und bis zur Unausstehlichkeit widerlich wurden diese Schläge, wenn ich statt eines der genannten Theile einen feuchten oder noch besser zugleich hohlen *Zahn*, (oder mehrere,) mit dem, zuvor an jenem Theile gelegenen Drahte u. s. w., vorzüglich wenn dies der von dem *Silberende* *b* der Batterie kommende war, verband, und dann wie gewöhnlich die Kette schloß. R.

***)) Die hierbei erfolgenden Schläge u. s. w. gehören mit
Annal. d. Physik. B. 7. J. 1801. St. 4. Ff

andern Endplatte in Berührung. In Zink, Auge . . . , Silber erschien dann bei der Schließung der Kette neben einem ziemlich starken, plötzlich eintretenden, doch in dieser Verbindung nicht so heftig, wie in der andern, ausfallenden Schmerze im Auge, ein *ausserordentlich heller und lebhafter Blitz*, der aber doch nichts als der Eintritt des bereits erwähnten erhöhten Lichtzustandes, der hier nur besonders stark ausfällt, war, indess ein ähnlicher, seinem, mit der Trennung der Kette eintretenden, Aufhören entsprach. In Silber, Auge . . . , Zink war ebenfalls bei der Schließung wie bei der Trennung der Kette heftiger Blitzschein vorhanden, nur dass hier beide Blitze dem Ein- und Austritte eines, nicht erhöhten, sondern verminderten Lichtzustandes des Auges entsprachen.

20. Auch habe ich bei dieser Gelegenheit eine Vermuthung bestätigt gefunden, die ich bereits vor 2½ Jahren gehabt, und seit der Zeit mehrern mitgetheilt hatte, *) die nämlich, dass außer dem, was ich positive und negative Lichtzustände genannt habe, bei der Einwirkung des Galvanismus auf das Auge noch eine *Farbenerzeugung* in demselben vorgehe, deren Produkt verschieden sey nach der Verschiedenheit der Construction der Bedingungen, unter denen sie statt haben kann.

denen, die man bei der Verbindung von *Auge* oder *Zunge* und *Anus* oder *Urethra* durch die Batteriekette erhält, zu den stärksten, die überhaupt eine galvanische Batterie von gegebener Grösse unter übrigens gleichen Umständen geben kann, und besonders den letztern wird man nicht gern mehrmahls wiederholen. Vergleiche für einfache galvanische Ketten meinen *Beweis* u. s. w., I. 16, S. 85.

R.

*) Vergl. Schelling's Aeußerung in seinem ersten Entwurfe eines Systems der Naturphilosophie. (Jena u. Leipzig 1799. 8.) S. 184. 185.

R.

Indem ich nämlich eines Abends bei Halbdunkel Versuche über die erzählten Lichterscheinungen im Auge anstellte, und zur Hervorbringung des positiven Zustandes eben den Knopf eines mit dem obern Zink (a) der Batterie in Berührung stehenden Drahtes ins Auge, und den nassen Finger der einen Hand mit dem untern Silber (b) der Batterie in der Stellung meines Körpers in Verbindung brachte, daß das genannte Auge gegen die vier ungefärbten Glasläulen des Apparats gerichtet war, erschienen sie mit dem Augenblicke der Schließung sogleich in einem sehr deutlichen bläulichen Lichte, und behielten diese Farbe so lange, als die Kette geschlossen blieb; gleich nach dem Moment ihrer Trennung aber erschienen sie mit einer röthlichen Farbe, die nach und nach schwächer wurde, und endlich ganz wieder verschwand. Stand dasselbe Auge auf ähnliche Weise mit dem Silber (b), die Finger der Hand aber mit dem Zink (a), in Verbindung, so erschienen die Glasstäbe mit der Schließung der Kette und während des Geschlossenseyns in röthlichem, vom Augenblicke der Trennung an aber in einem allmählig abnehmenden und zuletzt gänzlich verschwindenden bläulichen Lichte. — Ich habe diese Versuche, die übrigens zu ihrer Anstellung, wenn sie gelingen sollen, einen nicht geringen Grad von Geübtheit des Auges wie des Beobachters *) erfordern, mehrmals wiederholt, und jedesmahl die nämlichen Erfolge und aufs bestimmteste wieder erhalten.

21. In einfachen galvanischen Ketten kommt in Rücksicht des Grades und der Art des Vorgangs, dem in sie gebrachte Organe bei der Schließung der Kette ausgesetzt sind, beträchtlich viel auf den Ort, wo die Kette

*) Herr P f f a hat diese Versuche, seitdem sie bekannt geworden, vollkommen bestätigt gefunden. S. *Annalen*, B. VII, S. 253. R.

geschlossen wird, an. So auch bei dem Mehrfachen dieser Ketten, der Batterie. Es war z. B. gar nicht einerlei, ob ich, wenn mein Körper Glied der Verbindung zwischen dem Zink- und dem Silberende der Batterie war, das Zink- oder das Silberende zuerst mit demselben in Verbindung setzte, und so das eine Mal beim Silber-, das andere Mal beim Zinkende derselben schloß. Wurde in Zink, Zunge Finger, Silber, mit den ersten beiden Gliedern geschlossen, so war außer dem gewohnten Geschmacke auf der Zunge noch ein heftiger Schlag durch dieselbe vorhanden, wie oben bereits erwähnt worden. Schloß ich hingegen mit den beiden letztern, so blieb dieser weg, und die Zunge hatte bloß Geschmack. In Zink, Auge Finger, Silber, war im ersten Falle neben dem starken Blitze, zugleich ein schmerzender Schlag bei der Schließung vorhanden; im letztern hingegen fehlte dieser fast, und bloß ein mäßiger Blitz war vorhanden. Auch in Zink, Finger Finger, Silber, war der Schlag im Zinkfinger im ersten Falle stärker, als im letztern, so wie überhaupt unter jeder Verbindung der Schlag für den Silberfinger allemal stärker ausfiel, als für den Zinkfinger.

11. Die Schließung der Kette ist keinesweges der einzige Fall, in welchem galvanische Batterien Schläge geben; dasselbe geschieht auch bei der Trennung. Nur sind diese letztern weit schwächer, als jene, so daß sie, wenn jene eben keine beträchtliche Größe haben, wohl ganz unmerklich bleiben können. Bei frisch construirter Batterie, recht feuchten Händen und gehöriger Aufmerksamkeit aber haben sie mir nie gefehlt. Ganz der Analogie aus den einfachen galvanischen Erscheinungen gemäß ist es, daß diese Schläge allein oder am stärksten auf der Zinkseite der Batterie sind, da bei den Schließungsschlägen gerade die auf der Silberseite die

stärksten sind. Uebrigens hat auch auf diese Schläge der Ort, an dem die Trennung geschieht, einen eben so entschiedenen Einfluss, als es bei denen, von welchen bisher nur immer die Rede gewesen ist, der Fall war. In Zink, Auge Finger, Silber, z. B., empfand das Auge keinen Schlag neben den bereits bekannten sich auf den Lichtzustand des Aug's beziehenden Modificationen, wenn die Trennung mit Finger, Silber, wohl aber, wenn sie mit Zink, Auge, geschah, und dasselbe hatte unter ähnlichen Umständen auch bei der Zunge auf seine Art statt.“

— Es ist über vier Monate her, dass ich vorstehende Versuche anstellte und niederschrieb. Ich habe sie seit der Zeit mit Batterien von verschiedner Stärke aufs mannigfaltigste wiederholt, und noch mancherlei bemerkt, was näherer Beachtung werth ist. Verzeihen Sie, wenn ich mich bei Erzählung desselben an keine andere Ordnung binde, als in der es mir einfällt.

25. Ein *allgemeines Resultat* aus allem, was ich zu und seit jener Zeit bis jetzt über Empfindungserzeugungen durch verstärkten Galvanismus wahrgenommen habe, ist es, dass, an welchem Organ und unter welchen Umständen auch der Versuch angestellt wird, die *Wirkungen*, welche die *Zinkseite* der Batterie in gleichnamigen sensibeln Organen bei der *Schliessung* der Kette hervorbringt, durchaus die *entgegengesetzten* sind von denen, die bei derselben Schliessung die *Kupfer- oder Silberseite* der Batterie hervorbringt; dass, was während der Schliessung der Kette auf beiden Seiten von Empfindung u. s. w. *fort-*

dauert, eben so *entgegengesetzt* ist; daß auch das, was bei *Trennung* der Kette in den in ihr gewesenen Organen vorgeht, auf der *Zinkseite* der Batterie das *Entgegengesetzte* von dem auf der *Kupfer- oder Silberseite* ist; daß, wo Zustände, die durch die *Trennung* der Kette in diesem oder jenem Organe veranlaßt sind, nach der *Trennung* noch eine Zeit *fortdauern*, auch sie bis zum gänzlichen Verschwinden sich eben so *entgegengesetzt* bleiben; und endlich, daß, was auf der *Zinkseite* der Batterie bei der *Schließung* eintritt und nach Umständen auch *fortdauert*, das *Entgegengesetzte* ist von dem, was auf der *derselben* Seite bei der *Trennung* eintritt und *fortdauert*, und eben so das, was auf der *Kupfer- oder Silberseite* der Batterie bei der *Schließung* eintritt und *fortdauert*, dem *entgegengesetzt* ist, was auf der *derselben* Seite mit der *Trennung* der Kette eintritt und *fortdauert*. Ein *Gegensatz*, der durch *alle Sinne* auf das consequenteste durchgeht, und oft in Rückfichten wiederzufinden ist, unter denen man ihn nie vermuthet hätte.

24. Ich fange bei dem rohesten Phänomen, den sogenannten *Schlägen* an. Man mache an jeder Hand einen Finger an der Spitze feucht, und bringe den einen mit der *Silberseite*, (oder *Kupferseite*, dem Namen nach gleich viel,) den andern mit der *Zinkseite* einer mäßig wirkenden Batterie in Verbindung. In beiden Fingern wird man Schläge fühlen, mit dem Unterschiede von scheinbarer Stärke, den ich oben, (22,) bereits angab. Aber bei genauerer

Aufmerksamkeit wird man ausser diesem quantitativen *Unterschiede* auch noch einen *qualitativen* bemerken. Der *Finger* am *Zinkdrahte* der Batterie wird bei dem *Schliessungsschlage* der Batterie gleichsam wie *eingeschnürt*, wie umspinnen von ausen her, oder als würde ihm seine vorige Hülle zu enge, und in diesem Zustande bleibt er, so lange man die Kette geschlossen läßt. Es ist fast die Empfindung, die man in diesem Finger haben würde, wenn er entzündet und davon geschwollen wäre. Der *Finger* am *Silberdrahte* der Batterie hingegen wird bei demselben *Schliessungsschlage* vom Berührungspunkte aus gleichsam nach allen Richtungen in geraden Linien *schneidend durchdrungen*, und so durchdrungen erhalten; ein Gefühl, das Aehnlichkeit mit dem hat, welches man in diesem Finger auf der negativen Seite einer mäßig geladenen Leidener Flasche beim Entladen derselben mit den nämlichen beiden Fingern haben würde, und welches letztere sich von jenem, zuletzt, nur dadurch unterscheidet, daß dieses vorübergehend, jenes hingegen bleibend ist. Eben so ist im Grunde das Gefühl in dem Finger, der bei einer solchen Flasche mit der positiven Belegung in Verbindung kömmt, nur das Vorübergehende von dem, was am Zinkdrahte der Batterie fort dauert. Grofse Aehnlichkeit hat die Empfindung des Schlages im Silberfinger bei dem Schließen der Kette auch noch mit der bekannten unangenehmen, die oft bei zufälligem Stofsen an den Ellbogen den ganzen Vorderarm schmerzlich durchdringt.

25. *Trennt* man die Kette des vorigen Versuchs, so hören, wenn die Stärke der Batterie oder die Empfindlichkeit des Beobachters es anders zu einer deutlichen Sprache kommen läßt, die Wirkungen, die mit der Schließung der Kette und während derselben in beiden Fingern statt haben, nicht bloß auf, sondern *wechseln* bestimmt mit andern, ihnen *entgegengesetzten*, d. i. es widerfährt jetzt genau dem *Zinkfinger* das, was vorhin dem *Silberfinger* widerfuhr, und so auch geschieht *diesem* jetzt, was vorhin *jenem* geschah. Um diese Gleichheit aufs höchste zu bringen, darf man nur, um das, was, 22 zu Folge, wenn Schließung und Trennung beides mit demselben Finger geschähe, entstehen könnte, zu vermeiden, die Trennung, wenn man die Schließung vorhin mit dem Zinkfinger vornahm, jetzt mit dem Silberfinger, oder wenn sie vorhin mit dem Silberfinger geschah, jetzt mit dem Zinkfinger vornehmen. Dafs aber von diesem Wechsel des Orts der Trennung, der reguläre Wechsel der Wirkung selbst nicht bestimmt werde, davon kann man sich leicht dadurch überzeugen, dafs dieselbe Gleichheit im Wechsel, die vorhin, als mit den Fingern geschlossen und getrennt wurde, statt hatte, im Grunde noch vollkommner, fort dauert, wenn man vermittelst Glas u. s. w. an jedem der vorhin berührenden Finger ein Stück Eisendraht . . . anbringt, und mit den Enden dieser Drähte trennt und schließt. Hier fällt alles Beträchtlichere von Einfluß des Orts der Schließung und Trennung weg, und es bleibt nun

für den Erfolg, von dem hier die Rede ist, so gut wie völlig gleichgültig, wo beide geschehen; — ein Umstand, der nicht bloß für diesen Fall, sondern für jeden, wo sonst der Ort der Schließung und Trennung von Einfluß war, von Gültigkeit ist.

26. Auch in den Empfindungen, welche durch die *Schläge* hervorgebracht werden, die von der *Schließung*, als solcher, wenn sie mit einem sensibeln Organe vorgenommen wird, herrühren; auch in diesen ist *Gegensatz*. Es ist hinlänglich, nur Eines Beispiels zu gedenken. Man *schliesse* eine Kette mit der Zunge, indem man sie, während die eine Hand mit dem Silberdrahte in Verbindung ist, an den *Zinkdraht* der Batterie bringt. Die Zunge bekommt hierbei, wie aus 22 bekannt ist, einen starken Schlag, ganz verschieden von denen, die contractile Organe, wie Finger u. s. w., erleiden, wo und wie auch die Schließung geschehe. Es bleibt auf der *Zunge* ein schmerzlicher Eindruck zurück, als ob von dem Schlage, an dem Orte, wo er sie traf, gleichsam eine *Beule* auf ihr entstanden wäre. Hat man die Hand mit der Zinkseite der Batterie in Verbindung gebracht, und schließt darauf mit der Zunge auf der *Silberseite* auf die erwähnte Weise, so bleibt nach dem weit unangenehmern und überhaupt ganz anders gearteten Schlage, den die Zunge bekommt, ganz die Empfindung zurück, als ob ein *Loch* in die Zunge geschlagen wäre. Daß nicht etwa von möglichen *Trennungsschlägen*, die, nach 23, die entgegengesetzten von denen bei der Schlie-

fsung seyn würden, etwas von dem durch sie begründeten Eindrücke sich mit jenem erstern vermische, und so das Resultat zweideutig mache, verhindert man sehr leicht dadurch, daß man, im Falle die Schließung mit Zink, Zunge geschah, die Trennung mit Finger, Silber vornimmt; und so umgekehrt nach dem Schließen mit Silber, Zunge, mit Finger, Zink trennt. Wirklich erhält die Zunge, wenn mit ihr die *Trennung* geschieht, ebenfalls Schläge, nur daß sie schwächer, übrigens aber, bei gleich bleibender Seite, die *entgegengesetzten* von denen sind, die bei der Schließung, dieser Seite zukommen. Man erhält diese Schläge mit ihren Eindrücken, ohne Vermischung mit jenen, auf dieselbe, nur umgekehrte Weise, wie man jene rein von diesen erhält.

27. Ein anderer *Gegensatz* im Gefühle ist der von *Wärme* und *Kälte*. Es war schon bei der einfachen Kette nichts Neues, daß, wenn man Zink auf der Zunge und Silber am Zahnfleisch u. s. w. mit einander in Berührung brachte, sich auf der Zunge ein sehr deutliches Gefühl von *Wärme*, bei Silber auf derselben aber von *Kälte*, entwickelte; ja, ich erinnere mich, bei hoher Erregbarkeit und Aufmerksamkeit sogar das Wärmegefühl bei Zink, Zunge, mit der *Trennung* der Kette recht deutlich in ein Gefühl von *Kälte*, so wie das Kältegefühl bei Silber, Zunge, bei der *Trennung* in ein Gefühl von *Wärme* übergehn bemerkt zu haben. Doch ist das Gelingen dieser Versuche an Bedingungen gebunden, die nicht

immer zu erfüllen sind; bei der Anwendung ganzer *Batterien* aber fallen diese Einschränkungen weg. Wenn man hier die *Zunge* mit der *Zinkseite* der Batterie in Verbindung setzt, und darauf mit irgend einem andern Theile des Körpers die Kette *schließt*, wird man neben dem hier ohne Schlag von der Art, wie die in 26 gedachten, eintretenden, starken sauren Geschmack, zugleich ganz bestimmt ein sich über die Zunge vom Berührungspunkte mit dem Zinke aus verbreitendes, immer deutlicher werdendes Gefühl von *Wärme* wahrnehmen, das so lange fort-dauert, als die Kette geschlossen bleibt, und bei der *Trennung*, besonders wenn die Schließung vorher einige Zeit gedauert hatte, noch vielleicht deutlicher und leichter wahrnehmbar, in das entgegengesetzte der *Kälte* übergeht, wo es ist, als ob jemand gegen diese Stelle der Zunge kalt bliese. Ist die Zunge mit der *Silberseite* der Batterie in Berührung, so tritt mit der *Schließung* ein über dieselbe hinaus anhaltendes Gefühl von *Kälte* ein, das mit der *Trennung* eben so deutlich in das entgegengesetzte nur kurze Zeit anhaltende der *Wärme* übergeht. Man darf den Versuch nur einige Mal mit Aufmerksamkeit anstellen, und es ist leicht, alles auf die angegebene Weise wiederzufinden. Auch an den *Fingern* kann man diese Empfindungen recht bestimmt haben, wenn sie recht feucht sind, und man zur Berührung mit den beiden Drähten der Batterie, die nervenreichern Stellen derselben ganz nahe an und unter den Nägeln anwendet. Bei der

Schließung wird allemahl die *Zinkseite* die *warme*, und die *Silberseite* die *kalte*, bei der *Trennung* hingegen die *Silberseite* die *warme*, und die *Zinkseite* die *kalte* seyn. Ins Große gehend und durch den ganzen Arm kann man diese Empfindungen haben, wenn entweder diese Batterie selbst so stark wirkt, daß sie Schläge bis in die Schultern giebt, oder man ihr sonst durch künstliche Mittel, von denen in der Folge erst die Rede seyn kann, zu Hülfe kommt, und die Kette längere Zeit geschlossen bleibt, während dessen jene Gefühle an Wahrnehmbarkeit und Bestimmtheit zunehmen. *) In einem Versuche, wo ich über eine halbe Stunde in der Kette einer Batterie von solcher starken Wirkksamkeit blieb, war es oft, als ob gegen den mit der Silber- (Kupfer-) seite der Batterie verbundenen Arm ein starker kalter Wind wehete, während der Zinkarm sich in voller Wärme befand.

28. Ich habe bereits in meinem *Beweise* u. s. w., §. 17, S. 96 u. f., einen Versuch beschrieben, der eine sehr merkwürdige Einwirkung des Galvanismus der einfachen Kette auf das Organ des Geruchs, die *Nase*, betrifft. Ich ließ es damahls dahin gestellt seyn, ob diese dabei bloß als Organ des Gemeingefühls, oder wirklich zugleich als *Geruchsorgan*, afficirt werde. Versuche mit der Batterie haben mich indessen bewogen, wirklich für das

*) Vergl. in Hinsicht des Kältegefühls auch Herrn Pfaff in den *Annalen*, B. VII, S. 353. 2R.

letztere zu entscheiden. Ich bringe dazu zwei an
 den Enden gehörig abgerundete starke Eisendrähte
 in die beiden Oeffnungen der Nase bis zu einer be-
 trächtlichen Höhe hinauf, und verbinde darauf den
 einen mit dem Zink-, den andern mit dem Silber-
 ende der Batterie. Doch habe ich nie über 20 La-
 gen Zink und Kupfer hierzu verbinden können, da
 der Schlag bei der Schließung außerordentlich hef-
 tig und beschwerlich ausfällt. Auf der *Zinkseite*
 beginnt ein sehr heftiger *drückender* Schmerz, auf
 der *Silberseite* hingegen ein aufs unausstehlichste
 stechender und schneidender, ganz analog allen Em-
 pfindungen dieser Art, welches das dem Versuche
 unterworfenen Organ auch sey. Zugleich aber ent-
 steht in der Nase ein heftiger *Drang zum Niesen*, und
 zwar keinesweges eben auf beiden Seiten, sondern
 ausdrücklich nur auf der *Silberseite*, oder in der Na-
 senhöhle, die mit dem Silberdrahte der Batterie in
 Verbindung steht. Auf der *Zinkseite* kann man
 eben so deutlich außer dem das Gemeingefühl an-
 gehenden Schmerze . . . eine Modification der Nase
 als Organ des Geruchs wahrnehmen, diese aber ist
 keinesweges so niesenregend wie jene, sondern
 geht vielmehr auf das gerade *Gegentheil von jenem*
 aus. Man kann sich davon überzeugen, wenn man
 den Versuch so wiederholt, daß nur die *eine* Na-
 senöffnung mit der Batterie in Verbindung steht,
 während die andere Berührung mit einer von bei-
 den Händen z. B. geschieht. Hat man hier mit der
 Nase die *Silberseite* der Batterie in Verbindung ge-

setzt, so entsteht während des Geschlossenbleibens jener, großer *Drang zum Niesen*, und dieses würde wirklich erfolgen, hielte man mit dem Versuche auf diese Art noch länger an. Man bringe jetzt mit dem in der Nase befindlichen Drahte schnell die *Zinkseite* der Batterie in Verbindung, indem man mit der Hand . . . die Silberseite berührt. Die Disposition der Nase zum Niesen wird allmählig aufgehoben, und so ganz wieder aus ihr entfernt, daß kein Gedanke daran mehr zurückbleibt, und doch ist während dessen die Nase der Einwirkung der Batterie so gut ausgesetzt, wie vorhin. — Es ist keinem Zweifel ausgesetzt, daß diese beiden sich entgegengesetzten Einflüsse des Galvanismus auf die Nase für diese als Geruchsorgan ganz dasselbe sind, was der alkalische und saure Geschmack für die Zunge ist. (Vergl. meinen *Beweis* u. s. w., §. 17, S. 98.) — Ich habe mich bemüht, Vergleichen für jene beiden Empfindungen in der Nase festzusetzen, aber vor der Hand nur für die, welche von der *Silberseite* der Batterie aus bewirkt werden, einige Aehnlichkeit mit der ausfinden können, welche der Geruch des *Ammoniak* in der Nase erregt. — Uebrigens kann man das bekannte *Wechseln* beider Gefühle bei der *Trennung* auch in diesen Versuchen bei einiger Aufmerksamkeit deutlich genug bemerken, nur daß sie sich gewöhnlich wieder zu früh verwischen, um von bedeutenden Folgen zu seyn.

29. In Rücksicht des Einflusses des Galvanismus einfacher Ketten auf das *Organ des Gehörs*, als sol-

ches, hat bis dahin bloß Fowler *) etwas von Bedeutung bemerkt. Ich selbst empfand bei Schließung einer Kette aus Zink und Reißblei, welche ich in die Gehörgänge gebracht hatte, (s. Beweis u. s. w., S. 99,) außer dem, was Affection des überall verbreiteten Gemeingefühls war, bloß einen mäßigen Druck durch den Kopf. Bei der Batterie aber wird eine beträchtliche Wirkung auf das Ohr als solches sehr leicht zu bemerken. Man weiß, was Volta, (*Annalen*, B. VI, S. 345.) bereits beobachtete. Bei schicklicher Armirung beider Gehörgänge ging ihm ein Schlag durch den Kopf mit krachendem und brausendem Geräusche. Ich brachte den Kopf eines starken Messingdrahtes in das eine Ohr, verband diesen Draht mit der Zinkseite der Batterie, und schloß dann mit einem Finger auf der Silberseite. In diesem Augenblicke erhielt die Seite des Kopfs, deren Ohr armirt war, einen heftigen, sehr empfindlichen Schlag, und ich vernahm zu gleicher Zeit einen sehr hörbaren Schall, ganz dem gleich, den man bei jedem Schlingen zu bemerken pflegt, nur daß er nach Verhältniß bald schwächer, bald stärker ist, als dieser. Bei der Verbindung der Silberseite der Batterie mit diesem Ohre und Schließung durch die Hand auf der Zinkseite habe

*) S. dessen *Exper. and observ. relative to the influence lately discovered by M. Galvani, London 1794*, und Monro's und Fowler's *Abhandl. über thierische Electricität*, Leipzig 1796, S. 115. R.

ich denselben *Schall*, nur unter übrigens gleichen Umständen, gewöhnlich beträchtlich stärker, als im vorigen Versuche empfunden. Auch ist die schmerzliche und fast peinliche Empfindung im Ohre hier eine ganz andere als vorhin, nur daß es schwer ist, detailirte Beschreibungen davon zu geben, weshalb ich jeden, der das Nähere wissen will, um die eigne Anstellung des Versuchs ersuchen würde, die überdies, die Genauigkeit abgerechnet, leicht genug ist. Bei Zink, Ohr ist es mehr, als ob sich etwas auf dieser Seite vor den Kopf legte; bei Silber, Ohr hingegen dringt es geradezu *hinein* in schneidenden, nach allen Richtungen gehenden Strahlen. Man merkt es recht deutlich, wie an dem Orte dieser Vorgänge und durch sie der Schall construirt wird. Während des Geschlossenseyns ist diese Seite des Kopfs wie eingenommen, doch in jedem Falle auf deutlich andere Art; und mit der *Trennung wechselt* das vorhandene schmerzliche Gefühl mit dem schwächeren ihm entgegengesetzten. — In diesem wie in dem vorigen Versuche konnte ich Schläge von Batterien aus 100 Lagen Zink und Kupfer aushalten, aber bei weitem so weit war es mir nicht möglich, es zu bringen, wenn ich beide Gehörgänge gleichförmig armirte. Bei der Verbindung von 10, 15 bis 20 Plattenpaaren zur Kette hatte ich auf beiden Seiten des Kopfs starke mit *Schall* begleitete Schläge. Auch hier war der auf der Silberseite bei weitem der stärkste, aber jeder von ihnen so stark und stärker, als in den Versuchen, wo ich
nur

nur Ein Ohr in Ketten von 100 Plattenpaaren brachte. Nirgends tritt die *Verschiedenheit* der den Schall bestimmenden Modificationen im Kopfe so deutlich hervor, als hier. Bei der Verbindung von 40 Plattenpaaren zur Kette wurde ich durch den Schlag bei der Schließung für die ersten Augenblicke so betäubt, daß ich nichts von Schall hörte, und erst einige Zeit darauf fühlte ich ein ungemeines Eingenommenseyn des Kopfs von allen Seiten, das bei der Trennung der Kette, die ich wegen der fürchterlichen, in den Ohren, besonders auf der Silberseite, anhaltenden Schmerzen nicht lange verschieben konnte, wieder aufhörte, und dessen plötzlicher Abtritt mit einem ähnlichen kleinen Schalle verbunden war, wie in kleinern Ketten sein Eintritt. Merkwürdig wäre es, wenn diese Betäubung nichts wäre, als das Zusammenfließen der beiden Modificationen, die, der klaren Bemerkung zu Folge, bei einer schwächern Batteriewirkung noch zu schwach sind, um einander zu erreichen, und ich so vielleicht darum keinen Schall vernommen hätte, weil die beiden Ursachen, die vorhin einzeln wirkten, sich jetzt aufhoben wie $+$ und $-$. Doch können das erst fernere genaue Versuche bestätigen oder widerlegen. *) Noch bemerke ich,

*) Ganz unabhängig von allen übrigen schallerzeugenden Ursachen in diesen Versuchen ist das lärmende Brausen, das man gewöhnlich in dem Ohre, das mit der Silberseite der Batterie verbunden

dafs man in den ersten Versuchen dieses §. den Schall im Kopfe schon vernimmt, wenn auch der Draht gar nicht mit dem Innern des Gehörganges selbst in unmittelbarer Verbindung steht, sondern blofs mit dem Ohrläppchen verbunden ist, und gewifs geschieht es auch noch bei Verbindung mehrerer anderer Theile des Kopfs mit der Batterie. Was bei Armirung beider Ohrläppchen vorgeht, habe ich vergessen zu untersuchen, und eben im Augenblicke habe ich keine Batterie stehen. — Alle in diesem §. erzählten Versuche sind ausserdem noch mit starken Licht- und Geschmackerscheinungen begleitet, und das Nähere derselben entspricht dem, was man aus dem früher Erzählten bestimmen könnte, völlig. — Uebrigens habe ich Gründe, zu glauben, dafs öftere Schläge durch den Kopf, von der Art, wie sie bisher vorkamen, für den Experimentator selbst von einer sehr nachtheiligen Wirkung sind; wenigstens kann ich mich nicht entschliessen, die zur nähern Bestimmung der vor Kurzem erwähnten vielleichtigen Aufhebung beider schallerzeugenden Modificationen im Kopfe nöthigen Versuche so bald anzustellen.

ist, hört. Der Draht in diesem Ohre erzeugt nämlich aus der Feuchtigkeit in dessen Gehörgange Wasserstoffgas, dessen Entbindung dieses Geräusch hervorbringt. Die Drähte auf der Zinkseite waren in allen Versuchen oxydirbarer Natur, daher oxydirten sie sich, und die Gaserzeugung und damit alles davon herrührende Geräusch, blieb weg. R.

30. Bereits in 20 war weitläufig die Rede von dem, was der Galvanismus unsrer Batterie im Auge als *Lichtorgan* bewirke. Alles dort Angegebene hat die Folge nur immer mehr bestätigt. Die *Farbenercheinungen* kann man bei starken Batterien nach und nach so weit treiben, daß gar nicht mehr von *röthlich* und *bläulich* die Rede ist, sondern auf der einen Seite das tiefste sich ins Violett ziehende *Blau*, auf der andern das höchste aus Purpur gränzende *Roth* zum Vorschein kommt. Diese Farben auf weißes Papier statt auf die Glasröhren des Apparats gesehen, tingiren gleichsam dasselbe und auf die nämliche Weise, wie sonst die Glasröhren. Läßt man die blaue auf röthliches Papier fallen, so sieht man, wenn man gerade die rechte Röthe des Papiers getroffen hat, dieses weder blau noch roth, sondern fast ganz ohne Farben, und eben so farbenlos erscheint das Papier, das im rechten Grade bläulich ist, und auf das man die rothe fallen läßt. Indess ist zum Gewährwerden dieser Farben eben nicht durchaus ein Gegenstand, an dem sie deutlich würden, nothwendig. Man kann das Auge geradezu gegen die freie Luft wenden, und dennoch wird man beide Farben unter denselben Umständen und zu denselben Zeiten haben, unter und zu welchen man sie dort hatte. In jedem Falle bemerkt man hierbei, wie das Auge selbst der Mittelpunkt der Erscheinung ist. Das Blau- und Rothererscheinende der Gegenstände in allen diesen Versuchen scheint also fast auf dieselbe Art zu Stande zu kommen, wie

etwa irgend ein ungefärbter Körper so oder anders ausieht, nachdem man ihn durch ein so oder anders gefärbtes Glas anieht, (vergl. Gentil in Gren's *Journal der Physik*, B. VI, S. 170); auch erscheint der Gegenstand um so gefärbter, je näher er dem Auge ist. Uebrigens werden alle diese und in 20 erzählten Phänomene um so intensiver, je gröfser die Batterie, die man dazu anwendet, ist; indess finden sie sich auch bei recht kleinen noch deutlich genug ein, ja, wenn ich Zeit und Umstände gehörig abwarte, erhalte ich sie, nachdem ich durch die gröfsern Erscheinungen auf die kleinern aufmerksam gemacht bin, selbst bei einem einzigen Paar Zink und Silber, womit ich die Lichtversuche auf die längst bekannte Weise anstelle; nur ist freilich hier nach Verhältnifs alles sehr schwach, und die bei ganzen Batterien nach der Trennung eintretenden, den während der Schliessung vorhandenen entgegengesetzten, Licht- und Farbenzustände, fallen, als schwächere überhaupt, hier gewöhnlich, aber doch wirklich in günstigen Augenblicken nicht immer, ganz weg.

31. Sie wissen aus den oben in 20 erzählten Versuchen, dafs dem durch Galvanismus erzeugten *Blau* im Auge ein *erhöhter* Lichtzustand, eine Vermehrung der im Auge zu jeder Zeit und auch am dunkelsten Orte vorhandenen Lichtmasse, und eben so dem auf dieselbe Weise entstandenen *Roth* in ihm ein *verminderter* Lichtzustand, eine Verminderung eben gedachter im Auge beständig vorhandner Licht-

masse, correspondire. Dies mußte mich aufmerksam darauf machen, ob letztere Zustände an Gegenständen, die während derselben betrachtet werden, keine andere Veränderung außer den in 30 bereits erwähnten Phänomenen, kein Heller-, Dunkler-, Deutlicher oder Minderdeutlicherscheinen derselben hervorbrächten. Ich habe, weil es für eine künftige Theorie des Sehens von Wichtigkeit seyn mag, viel Mühe auf Bestimmungen dieser Art verwendet, und was ich hier mittheile, ist die geringe, aber sichere Frucht einer Menge Versuche, die mich manche Augenentzündung gekostet haben. — Ich fasse einen beliebigen, vom Halbdunkel des Abends nur schwach beleuchteten, mäßig fernen *Gegenstand* recht bestimmt in das Auge, das eben in den Versuch eingehen soll. Ich bringe den Knopf des *Zinkdrahts* der Batterie in dasselbe wie gewöhnlich, und schliesse, indem ich das Auge nicht von dem gewählten Gegenstande verwende, etwa mit einer der Hände, auf der Silberseite die Kette. Ich habe *erhöhten Lichtzustand* und *blaue* Farbe; mein Gegenstand scheint *umleuchteter*, heller, aber auf solche Art, daß er mit dem Moment der Schließung der Kette gleichsam wie mit einem bläulichen Lichtschleier umhangen wird; seine Umriffe sind nicht mehr so scharf begrenzt, wie vorher, und ungeachtet er dem Gesagten gemäß wirklich in ein helleres Licht gesetzt zu seyn scheint, ist dennoch alles an ihm merklich *undeutlicher* und *verwischter* geworden, als es vorher war. So bleibt alles die ganze Zeit durch, während die Kette

geschlossen ist. Ich trenne sie; der positive Lichtzustand geht über in den *negativen*, die blaue Farbe in die *rothe*; es ist, als würde eine Masse Licht um mein Auge herum und aus der Atmosphäre zwischen diesem und dem betrachteten Gegenstande weggenommen; es wird offenbar *finsterer*; aber merkwürdig; damit tritt auch der Gegenstand *deutlicher* hervor; der Lichtschleier, der ihn vorhin verhüllte, wird weggezogen; mit *schärfern Umrissen*, als selbst vor allem Versuche, steht er da; kurz: jetzt bei grösserer Dunkelheit, wie's scheint, ist dennoch alles deutlicher an ihm. Ich stelle darauf den Versuch in umgekehrter Ordnung an. Alles zeigt sich wieder, nur natürlich gleichfalls in derselben *umgekehrten Ordnung*, so daß ich nicht nöthig habe, es weiter zu wiederholen. Die Gegenstände, mit denen ich diese Versuche ungezählte Mal wieder von neuem angestellt habe, habe ich auf das mannigfaltigste gewechselt, aber nachdem ich mit dem Versuche einmahl ins Reine war, ist der Erfolg beständig derselbe gewesen. Der Schein von *stärkerer Beleuchtung* im Plus-, und von *schwächerer* im Minusfalle, verleitete mich bei den ersten flüchtigern Versuchen dieser Art, wo ich um das Complicirte ihres Erfolgs noch nicht wußte, eine Zeit lang zu dem Irrthume, diese Erscheinungen selbst für Grade von Mehr- und Minderverdeutlichung des beobachteten Gegenstandes, die mit dem Scheine von Beleuchtung selbst im geraden Verhältnisse stünden, anzunehmen; die Schwierigkeit indess, mich ganz

darein zu finden, bewog mich bald zu weitern und genauern Versuchen, mit deren Resultaten ich besser zufrieden seyn durfte, und die einstimmig auf den Satz leiten: daß, je *mehr Licht* im Auge an sich schon vorhanden ist, desto *unfähiger*, je *weniger* hingegen, desto *fähiger* werde es, äussere Gegenstände, und *deutlich*, zu erkennen.

52. Eine zweite Merkwürdigkeit, die sich mir bei diesen Versuchen zeigte, betrifft die *Veränderung in der Grösse*, in der man Gegenstände bei dem durch den Galvanismus der Batterie veränderten Zustand des Auges erblickt. Die genauere Beobachtung der Glasäulen des Apparats während der Versuche leitete mich zuerst darauf. Bei jedem Eintritte des *erhöhten* und mit Erscheinung der blauen Farbe begleiteten Lichtzustandes im Auge, *zogen sich die Seiten* derselben bis in die Länge von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{4}$ Zoll merklich *ein*, so daß sie die ganze Schließung der Kette über, *zwei nach einwärts gebogene* schwach gekrümmte Linien bildeten, die sich durch kleine Wendungen des Auges dergestalt verschieben ließen, daß bald die eine Seite der Glasstange völlig gerade, und die doppelte Krümmung auf der andern, bald die andere gerade, und die erste die doppelt gekrümmte, bald beide, die eine nach aussen, und die andere über das Doppelte nach innen, bald beide wieder wie zu Anfang, gleich- oder ungleichförmig nach innen gekrümmt waren. Bei dem Eintritte des *verminderten* mit rother Farbe begleiteten Lichtzustandes hingegen *schwellen beide Seiten*

der Glasstange in einer ähnlichen Länge, als in welcher sie vorhin einfielen, *auf*, so daß sie zwei *nach außen gekrümmte* Linien bildeten, die ebenfalls durch diese oder jene Wendung des Auges die verschiedensten Stellungen gegen einander und den übrigen unverändert gebliebenen Theil der Glasröhre einnahmen. Sehr beträchtlich zwar sind die Größen nicht, um welche die Seitenlinien der genannten Glasstange in einem Falle nach innen, im andern nach außen gekrümmt werden, immer aber doch noch in einem solchen Grade, daß man sich, einmahl aufmerksam darauf gemacht, das Phänomen selbst sehr leicht in seiner ganzen Vollkommenheit wieder vergegenwärtigen kann. Man kann hernach eben so gut jeden andern Körper zum Verluce anwenden, ganze Umkreise wie einzelne Seitenflächen, und jederzeit wird sich das den Umständen angemessene Resultat sogleich einstellen.

33. So hätte ich also das Versprechen, das ich Ihnen oben in 23 gab, gehalten. *Durch alle Sinne hindurch* finden Sie *Gegensatz* in dem, was der Galvanismus auf sie als solche vermag, und dieser äußert sich bisweilen auf Weisen, wie vor dem wirklichen Versuche man's nicht vermuthet hätte. Das Ganze giebt ein schönes Resultat: es ist ein Agens vorhanden, für welches kein Theil organischer Körper verschlossen, das selbst für alle wieder offen ist. In ihm und durch dasselbe ist der große Zusammenhang des Organismus mit der äußern Welt möglich und wirklich, der beiden gegenseitig erst

Leben und Wahrheit verleiht; ja, diese sind selbst nur die Weise, auf die jener Zusammenhang zum eignen Ausdrucke kommt. Er und jene Action sind Eins, und Eins mit dem, wodurch nur überhaupt etwas zusammenhängen mag, das letzte gemeinschaftliche Band alles und jedes mit und zu einander Verbundenen. Aber jede Action als Wechselwirkung ist durch zwei Factoren begründet. Bei der organischen Körper, (oder des sie repräsentirenden Organs,) mit der Außenwelt kann ersterer, (oder der innere Theil von ihm,) immer nur den einen von beiden bilden, und verschieden von dem, was ihm von außen als anderer entgegensteht, wird auch der Ausgang für ihn, seine eigne Modification, eine andere als die des letztern, die entgegengesetzte seyn müssen von ihr. Und da in dem organischen Körper wie in seiner Außenwelt in jedem für sich schon jenes Spiel zwiefacher Factoren und diese selbst statt haben, in beiden also an sich schon Ein und das Nämliche vorgeht, und nur, (freilich bloß in dieser Rücksicht,) zufällige Umtauschungen des einen Factors in diesem oder des andern in jenem mit dem andern aus jenem oder dem einen aus diesem, den Conflict construiren, der, neben so vielem andern, auch zu den in diesen Bogen abgehandelten Erscheinungen Anlaß giebt, also für jedes Organ und dessen specifische Aeußerung der Fälle zwei möglich sind, in deren einem dies, im andern jenes Factoren-Verhältniß zu Stande kommt: was ist dann deutlicher, als, wie mit allen

diesen Verhältnissen auch in die Erscheinungen selbst, zu denen sie den Bestimmungsgrund abgeben, der Gegensatz kommt, den man wirklich darin wiederfindet. Was ich im Vorigen aufzeigen konnte, gehörig als Bruchstück zu einer durchgehenden Darstellung dieses Gegensatzes, war wenig genug; doch erste Linien können es immer seyn zu einer Zeichnung, die die fleissige Zukunft ihrer Vollen- dung näher zu bringen, nicht ermüden möge. Für das *Auge* als solches ist die Tafel der bis jetzt beobachteten, — zuletzt doch synonymen, — Corre- spondenzen in meinen Versuchen folgende:

Erster Fall: Zink der Batterie im Auge.

Schließung: Eintritt des positiven Lichtzustandes —
Blitz.

Geschlossen seyn: Beharrender positiver Lichtzustand.

Blaue Farbe.

Verkleinerung äußerer Gegenstände.

Minder deutliches Erkennen derselben.

Trennung: Austritt des positiven Lichtzustandes und
Uebergang desselben in den negativen
— Blitz.

Nach der Trennung: Beharrender negativer Lichtzu-
stand.

Rothe Farbe.

Vergrößerung äußerer Gegenstände.

Deutlicheres Erkennen derselben.

Allmähliges Zurückkommen aller die-
ser Erscheinungen auf Null.

Zweiter Fall: Silber, (oder Kupfer,) der Batterie im Auge.

Schließung: Eintritt des negativen Lichtzustandes —
Blitz.

Geschlossen seyn: Beharrender negativer Lichtzustand.

Rothe Farbe.

Vergrößerung äußerer Gegenstände.

Deutlicheres Erkennen derselben.

Trennung: Austritt des negativen Lichtzustandes und

Uebergang desselben in den positiven

— Blitz.

Nach der Trennung: Beharrender positiver Lichtzu-
stand.

Blaue Farbe.

Verkleinerung äußerer Gegenstände.

Minder deutliches Erkennen derselben.

Allmähliges Zurückkommen aller die-
ser Erscheinungen auf Null.

Beiden Fällen gemein: Absolute Subjectivität aller Er-
scheinungen. —

Aber sicher wird die Tafel für die übrigen Sinne
einst nicht minder vollständig seyn, als diese; —
denn es ist wahrscheinlich genug, daß die Zahl der
Kategorien für jeden Sinn dieselbe sey, um eben so
leicht die für das Auge angegebenen in die jedes-
mahlige Sprache des andern Sinnes zu übersetzen
und — aufzufuchen. Und ist es am Ende wohl
noch gar ausgemacht, ob die als Beispiel vom Auge
aufgestellte Tafel wirklich schon die ganze Vollstän-
digkeit erreicht habe, deren sie fähig seyn mag? —
Wie viel ist noch zu thun! —

34. Bei Ihnen darf ich es wohl nicht entschuldi-
gen, wenn ich im Verlaufe meiner Erzählung immer
nur dessen gedacht habe, was das Organ unmittel-
bar als dieses oder jenes bestimmte anging, übrigens
aber fast alles übergangen habe, was Nebenerschei-

nung war. So interessant auch alles in seiner Art ist, so weitläufig würde ich bei dessen Herzählung seyn müssen, da die genaue Charakteristik der einzelnen Erscheinungen oft ungemein umständlich ausfallen würde, und noch dazu bisweilen eine solche Menge Einzelheiten mit einander vorkommen, daß, wer mehr zu wissen verlangt, als von andern bereits in dieser Hinsicht bemerkt ist und noch bemerkt werden wird, am besten thut, sich selbst der Versuche mit Geduld und Aufmerksamkeit zu unterziehen, und so nach Allem bestätigt zu finden, daß, was es auch sey das sich ihm darbiete, es doch überall denselben nämlichen Gegensatz behaupte, der aus und für alles Vorige so bekannt ist. Vorzüglich groß ist die Verwicklung in allen Versuchen, wo das ihnen ausgesetzte Organ einen Theil des Kopfs ausmacht, denn gemeiniglich klingen hier, daß ich so sage, die Saiten aller übrigen Sinne mit, und machen es so, besonders im Anfange, um so schwerer, einzelne Töne bestimmt und deutlich aus der Masse zu sondern und für die weitere Untersuchung festzuhalten. Was endlich zuletzt Versuche dieser Art auf eine eigne Weise kostbar macht, ist der nachtheilige Einfluss, den sie auf die *Gesundheit des Experimentators* haben können. Schon in 29 habe ich etwas davon erwähnt, und die Wichtigkeit, welche die nähere Notiz davon für künftige Experimentatoren über diesen Gegenstand haben muß, verbindet mich, sie nicht zu übergehen.

35. Es war in der letzten Hälfte des Januars, als ich mich besonders viel mit Versuchen über die Wirkung starker wie schwächer Batterien auf die verschiedenen Sinne abgab. Augenentzündungen nach stärkern stundenlangen Lichtversuchen, geschwächte Empfindlichkeit der Zunge, Schnupfen nach öftern Versuchen in der Nase, Schwindel und Kopfweh nach starken Schlägen durch den Kopf, und das nach jedem etwas anhaltenden Experimentiren an diesem oder jenem der genannten Theile des Kopfs beinahe fast unausbleiblich erfolgende Zahnweh, war mir seit länger Zeit nichts Neues, und, die Augenentzündungen abgerechnet, gemeiniglich fast eben so schnell wieder vergangen, als entstanden. Ich hatte seither dergleichen Versuche nie zu anhaltend fortgesetzt, sondern häufig mit andern, fremde Dinge betreffenden abgewechselt. Daher mochte es kommen, daß jene Uebel in den Grenzen blieben, wo ich sie nicht achten zu dürfen glaubte. Eines Tages, (den 2ten Febr.,) hatte ich den ganzen Morgen unausgesezt mit Versuchen über die in 28 bis 31, vorzüglich aber die in 29 erwähnten Gegenstände, und mit Batterien, so stark, als ich ihre Wirkung jedesmahl ertragen konnte, zugebracht, und beschloß sie darauf mit einem weitläufigern Versuche, der mich, was ich schon lange gewollt hatte, lehren sollte: welchen Einfluß eine längere Einwirkung geschlossner galvanischer Batterieketten, in denen sich mein Körper ganz als Glied befände, auf mich haben könnte. Ich setzte mich

dazu mit einer Zinkkupferbatterie von 100 Lagen, die überdies noch schon seit gestern errichtet war, also schon beträchtlich von ihrer anfänglichen Wirksamkeit verloren hatte, auf eine gute halbe Stunde in Verbindung. Beide Hände feuchtete ich stark und gleichförmig mit Salzwasser an, fasste in jede ein Stück Eisen von beträchtlicher Oberfläche, (eine Zange mit breiten Griffen,) und brachte sie durch diese mit den beiden Enden der Batterie ingehörige Verbindung. *) Der Schlag, den ich bei der Schlie-

*) Die Verstärkung der Wirkungsäusserungen der Batterie, die auf solche Weise zu Stande kommt, und die eigentlich Volta, (s. Nicholson's *Journal*, Vol. IV, pag. 180, oder *Annalen*, B. VI, S. 342,) schon empfahl, ob mir gleich, wie andern mehr, diese Stelle gänzlich entgangen ist, bis ich späterhin, nachdem ich auf Anlaß eines Ohngefährs die Sache selbst ganz für mich entdeckt hatte, jene Abhandlung von neuem durchlas, läßt sich ungemein weit treiben, und ist das im *Großen*, was bei den frühern galvanischen Versuchen die weit lebhaftern Contractionen contractiler Muskeln bei grossen Berührungsflächen derselben mit den sie armirenden Metallen, als bei kleinern oder gar nur bei bloßen Berührungspunkten, längst im *Kleinen* waren. Sie reducirt sich im Allgemeinen darauf, daß dasselbe, was Volta (l. c. u. a. a. O., S. 344) in Hinsicht des Einflusses der Grösse der Berührungsflächen zwischen trocknen Leitern und feuchten, und des Wegfallens dieses Einflusses bei Berührung fester mit festen, für die die Batterie selbst constituirenden Kettenverbindungen angiebt,

fsung dieser Kette erhielt, und der auf der Kupferseite auffallend angreifender als auf der Zinkseite

auch für die letzte, mit der die Batterie geschlossen wird, gilt. Schon das bloße Berühren der beiden Enden der Batterie mittelst schwacher Drähte, mit denen man die Finger . . . verbunden hat, verstärkt, nach meiner und anderer Erfahrung, den Schlag, den man so zu erhalten hat, beträchtlich; aber so unbedingt ist das doch nicht, — denn wenn ich mit Hülfe irgend einer Vorrichtung die beiden Drähte mit meinen Händen so verbinde, daß nur eine ganz kleine Stelle des berührenden Fingers den Draht oder noch besser bloß die Spitze desselben und leise berührt, und ich darauf schliesse, so ist von fast gar keiner Verstärkung die Rede. Auch muß die Armirung des Fingers, der Hand, mit dem Drahte u. s. w. sich, wenn sie viel helfen soll, auf der Seite befinden, auf welcher man schließen will, denn auf einer Seite der Batterie muß man ja doch die Hand mit derselben in Berührung bringen, ehe die andere schließt, und sie ist also ohnehin immer schon bis zu einem gewissen Grade armirt. Doch hat die Verstärkung durch eine solche Armirung beider Hände ihre Grenzen. Das Maximum für einen gegebenen Fall ist erreicht, wenn die feuchte Oberfläche, in der der Finger, die Hand, mit dem Drahte, dem Metalle u. s. w. in Verbindung steht, auf der einen Seite von derselben Größe ist, wie auf der andern. Ueberschuß der einen Berührungsfläche über die andere hilft nie etwas. Man setze die Berührungsfläche der einen Hand = 3, die der andern = 1; die Wirkung, die hierdurch auf jede Hand . . . möglich wird,

war, erstreckte sich die Arme hindurch bis über die Schulter hinaus, und ich mußte mich anstrengen,

verhält sich, der absoluten GröÙe nach gerechnet, nie wie 3, auch nicht wie das Mittel aus 3 und 1, sondern durchaus nur wie 1:1; — und da dasselbe Wirkungsquantum in der ersten Hand = 3, sich in einen dreimahl gröÙern Raum vertheilt, als in der andern Hand = 1; so wird die Intensität desselben für jeden einzelnen Theil des Fingers = 3, dreimahl schwächer seyn, als in dem = 1. Durch solche Mißverhältnisse kann man es sehr leicht dahin bringen, daß ein Schlag, der bei gleichen Berührungsflächen beide Hände ziemlich stark erschüttert, auf der Silber- oder Kupferseite der Batterie, wo er gewöhnlich weit stärker zu seyn pflegt, als auf der Zinkseite, durch starke Vergrößerung der Berührungsfläche auf dieser, der Silberseite, endlich für die hier befindliche Hand gänzlich verschwindet, inßes der auf der Zinkseite die vorige Stärke behält, wieder aber mit der vorigen und mehrfachen Stärke zurückkehrt, wenn man, während die Berührungsfläche auf der Silberseite so groß bleibt, wie man sie eben gemacht hatte, die auf der Zinkseite in demselben Maasse vergrößert, wo ebenfalls endlich aller bemerkbare Schlag sich verliert, wenn man nun, wie vorhin dort, die Flächenvergrößerung so weit treibt, daß die Fläche selbst zu der auf der Silberseite in das nämliche Verhältniß kommt, in welchem einst früher diese zu ihr stand. — Ich kann diesen Gegenstand, der für die gesammte Wirkungssphäre des Galvanismus von einer nicht gemeinen Wichtigkeit ist, für

gen, um durch Ueberwältigung der bis zur äußerlichen Sichtbarkeit der Zuckungen mehrerer Armmuskeln gehenden, und die Arme beim Freilassen derselben auf dieselbe Weise, wie vom Ganzen abgetrennte contractile thierische Organe in den ältern galvanischen Versuchen, schleudernden Convulsionen derselben, der Batterie selbst keinen Schaden zukommen zu lassen. Kurz nach dem Eintritte in diese Kette empfand ich in dem mit der Kupferseite der Batterie in Verbindung stehenden Arme und dessen Hand häufig eine merkliche *Kälte*, als ob ein kalter Wind sie anwehete, obgleich etwas Wirkliches dergleichen wegen der Abwesenheit alles Luftzugs im Zimmer und der gewöhnlichen Bekleidung der Arme von der Hand an, nicht statt finden konnte. In der Hand und dem Arme der andern Seite erzeugte sich allmählig, doch nicht sobald so deutlich, gerade das Gegentheil von dem Vorigen, d. i., eine merkliche *Wärme*, begleitet von einem starken unangenehmen Jucken durch die ganze Hand. Auch

für jetzt nicht weiter verfolgen; nur in Rücksicht der Schlagverfärkung bemerke ich noch, daß sie, wenn man in jede der mit heißem Salzwasser durchnässten Hände eine gehörig aufgeseilte *Eisenkugel* von etwa 2 bis 3 Zoll Durchmesser recht fest faßt, und mit diesen Kugeln eine gut gebaute Zink-Kupferbatterie von 100 schließt, der Schlag, den man dabei erhält, immer von der Art ist, daß mancher anstehen wird, ihn sich zum zweiten Male geben zu lassen.

R.

fand sich in dem Arme der *Kupferseite* nach und nach eine deutliche Steifheit und *Abgang an Beweglichkeit*, und zuletzt merkliche Spannungen in der Gegend der Schulter ein, von welchem allem der Arm der *Zinkleite* der Batterie so befreit blieb, daß ich vielmehr lieber eine *Vergrößerung seiner Beweglichkeit* angeben möchte, wäre man nicht berechtigt, in Bestimmungen dieser Art, wozu man sich Zustände seiner selbst von Stunden her dem Grade und der Art nach so genau bewußt seyn muß, einiges Mißtrauen zu setzen. Beide Arme mit ihren Händen waren übrigens die ganze Zeit des Versuchs über in gleicher Lage u. s. w. gewesen. Ich verließ nach einer reichlichen Stunde die Batterie, ohne etwas weiteres, als das Erwähnte zu wissen. Aber keine Viertelstunde verging, als ich, ohne die geringste mir bewußte sonstige Veranlassung dazu, Schmerzen im Unterleibe und einige Zeit darauf wirkliche Diarrhöe bekam, die, (der Versuch geschah noch Vormittag,) den ganzen Nachmittag hindurch anhielt. Eine damit verbundene *allgemeine Mattigkeit und Schläfrigkeit* in allen Gliedern nöthigte mich, über Gewohnheit zeitig das Bett zu suchen, und es bis den andern Morgen spät zu hüten. *) Auch diesen folgenden Tag dauerte sie

*) Herr Hofr. Voigt hat ebenfalls, und das zu einer Zeit, da ich, ungeachtet ich mich weit häufiger in der Kette der Batterie befunden hatte als er, weder etwas Bedeutendes von schädlicher Einwirkung des Galvanismus auf mich gewahr wurde,

nebst einem widrigen Wältefeyn im Kopfe, abgebrochenen Neckereien in den Zähnen; und einem seit dem vorigen Tage sich, sobald ich mich zurücklehnte oder niederlegte, einfindenden empfindlichen Reize im Halse fort. Ein sehr widriger Zustand allgemeiner Lästigkeit und Mattigkeit machte mich mehrere Tage zu ernstlichen Arbeiten ganz untauglich, und noch jetzt, fast $1\frac{1}{2}$ Wochen darnach, macht mich jede sonst unbedeutende Anstrengung des Körpers wie des Geistes gleich so matt und leidend, daß ich mich habe entschliessen müssen, zu ernstlichen Gegenmitteln meine Zuflucht zu nehmen; nebenbei hat mir das alles einen solchen Widerwillen gegen alle Versuche mit der Batterie beigebracht, daß, so sehr sie mich auch vorher von allen Seiten anzogen, ich mich ordentlich angreifen muß, wenn ich mich ihrer von neuem anzunehmen habe, und selbst die leichte Arbeit, diese Blätter niederzuschreiben, mir Mühe macht. — Ich danke dem Zufalle, der diesen Versuch, zu dem ich anfangs eigentlich einen vollen halben Tag ausgelegt hatte, und wozu der eben erzählte bloß als Winkegebende Einleitung dienen sollte, noch früh genug endigte, damit ich ihn zu einer Zeit, da ich ihn und seine Folgen ganz

noch überhaupt etwas dergleichen so nahe glauben wollte, bereits auffallend nachtheilige Folgen für seine Gesundheit daraus verspürt. S. das Nähere darüber in dessen *Magazin für das Neueste aus der Naturkunde*, B. 2, St. 3, (1801,) S. 558 — 564.

R.

abwarten kann, mit der Genauigkeit und Rücksicht auf alles wiederholen könne, die allein es vollends außer Zweifel setzen muß, ob die erzählten Zufälle wirklich den Einfluss der galvanischen Batterie zur einzigen oder doch hauptsächlichsten Ursache haben, oder nicht. Für jetzt glaube ich noch, daß nach dem Längerbleiben in der Kette die häufigen Schläge durch den Kopf, die über Beschreibung fatal werden können, das Meiste zu jenen schlimmen Folgen, besonders zu den anhaltendern von ihnen, und zu diesen überhaupt vielleicht noch weit mehr, als jenes, beigetragen haben.

Ich beendige diese Erzählung meiner Versuche über die Wirkungen des Galvanismus auf menschliche Sinnesorgane mit der Ueherzeugung, daß ihre Unvollständigkeit jedem der beste Bewegungsgrund seyn wird, für ihre fernere Erweiterung die thätigste Sorge zu tragen.

(Die Fortsetzung dieser Briefe in den nächsten Stücken.)

IV.

VERSUCHE

mit sehr

verstärkter galvanischer Electricität;

beschrieben

von

Dr. BOURGUET,

Prof. d. Chemie b. Coll. Med. Chir. zu Berlin.

Berlin d. 3. März 1801.

Ich überschiere Ihnen hier die Beschreibung einer Reihe galvanischer Versuche, die in der Wohnung des Herrn Dr. Grappengiesser von einer Gesellschaft Wissbegieriger, zwischen dem 1ten und 21ten Februar dieses Jahres angestellt wurden. Die Gesellschaft bestand aus den Herren: Dr. Grappengiesser, Major Hellvich } in Schwedischen Diensten, und Obrist von Tawast } auf der Durchreise in Berlin, Professor Erman und mir.

Ich brauche Ihnen nicht zu sagen, daß es bei Resultaten von Versuchen, die gemeinschaftlich angestellt werden, beinahe unmöglich wird, das *Suum cuique* genau zu beobachten, indem bald der eine die Ides zu einem Versuche liefert, bald der andere einen guten Rath giebt, ohne welchen das Resultat nicht aufgefunden worden wäre. Um indessen doch der distributiven Gerechtigkeit so viel Genüge zu leisten, als an mir liegt, muß ich bemerken, daß die Verstärkung des Funkens durch Goldblättchen, und das Laden der Kleist'schen Flasche Herrn Major Hellvich eigenthümlich gehö-

ren, so wie Herr Prof. Erman das meiste Verdienst um die Lichtenbergischen Figuren hat.

Herr Doctor Grappengiesser hat den Galvanismus auf die Heilung mancherlei Krankheiten: der Taubheit, des angebenden schwarzen Staars, beschwerlichen Sprechens u. s. w., mit glücklichem Erfolge angewendet. Er behält sich vor, dem Publicum die Resultate seiner Bemühungen an einem andern Orte vorzulegen, wenn er noch mehr Erfahrungen gesammelt haben wird.

Es standen uns bei diesen Versuchen drei galvanische Säulen zu Gebote. Die *erste* war aus 100 ungeprägten doppelten Friedrichs'orplatten, 100 Zinkplatten von gleicher Grösse und 100 dazu geschnittenen, mit Salzwasser getränkten Casmirscheiben errichtet. Die *zweite* enthielt 100 Platten von Medaillenfilber, (Gehalt 15, 15,) in der Grösse eines doppelten Friedrichs'or, und eben so viel gleich große Zinkplatten und mit Salzwasser getränkte Casmirscheiben. Die *dritte* endlich bestand aus 100 ungeprägten Medaillenplatten, (Gehalt 15, 15,) ungefähr in der Grösse eines preussischen Thalers, und aus der nöthigen Anzahl gleich grosser Zinkplatten und Tuchscheiben, die ebenfalls in Salzwasser getränkt waren.

Oft nahmen wir auch statt der ungeprägten Medaillenplatten gewöhnliche geprägte preussische Thaler, und die Wirkung war bemerkbar dieselbe. Die doppelten Friedrichs'orplatten, so wie die grossen silbernen Medaillenplatten, hatten wir durch die Güte des Herrn General-Münzdirectors Genz und der

übrigen Officianten der Hauptmünze, zum Behufe unserer Versuche geliehen erhalten; die kleinen Silberplatten, welche dem Herrn Doctor Grappengieser gehören, waren in der Münze verfertigt worden.

Die Säulen wurden auf einem dicken hölzernen Brette zwischen drei Glasstangen errichtet. — Unter der untersten Zinkplatte, (unsre Batterien fingen gewöhnlich von unten auf mit Zink an,) lag eine messingene Platte von der Grösse der Silber- und Zinkplatten, die mit einer langgliedrigen Kette versehen war, wie Fig. 8, Taf. V, zeigt; eine ganz ähnliche Messingplatte wurde über die letzte Silber- oder Goldplatte der Säule gelegt, und eine hölzerne mit drei Löchern versehene und auf die drei Glasstäbe von oben nach unten verschiebbare Holzplatte, fest darauf gedrückt.

Bei einigen Versuchen brauchten wir die drei Voltaischen Säulen oder Batterien einzeln; bei andern wurden zwei oder auch wohl alle drei mit einander verbunden. Die Verbindung geschah dadurch, daß man die Kette vom Silber- oder Goldende der einen Säule mit der vom Zinkende der andern Säule in Berührung brachte, und dann die freigebliebenen Ketten *A* und *B*, Fig. 9, Taf. V, zu den Versuchen brauchte.

Eine Säule aus Gold und Zink scheint übrigens bei gleicher Anzahl gleich grosser Platten weder stärker noch schwächer zu wirken, als eine andere aus Silber und Zink. Alle galvanische Säulen, die

wir bis jetzt noch errichtet haben, waren in ihren Wirkungen gleichsam eigenfinnig; an einem Tage wirkten sie stärker als am andern, ja in einer Viertelstunde anders als in der andern. Manchmahl waren die Commotionen stark genug, und die Funken doch schwach, auch wohl zuweilen gar nicht bemerkbar.

Wenn eine Batterie bei Berührung ihrer Ketten mit nassen Händen keine Commotion geben wollte, so wurde diese oft dadurch hervorgebracht, daß man die Ketten schüttelte. Dies gründet sich vielleicht darauf, daß sich die einzelnen Glieder der Ketten bei einer bestimmten Lage derselben hier und da über die Schlagweite der Batterie von einander entfernen.

Jede einzelne Batterie gab bei ihrer stärksten Wirkung einzelnen Personen Schläge, die im Armgelenke, über demselben, und auch wohl in den Schultern gefühlt wurden. Wenn mehrere Personen, die sich mit nassen Händen berührten, den Entladungskreis ausmachten, so wurden die Commotionen nach der Anzahl der Menschen schwächer empfunden. Wenn ihrer 6 bis 10 den Kreis bildeten, so fühlte man nur noch ein Zittern in den Händen. Die drei mit einander verbundenen Batterien gaben einzelnen Personen Commotionen, die in der Brust und auch wohl zugleich im Unterleibe gefühlt wurden.

Verstärkung des galvanischen Funkens.

Ein mit einem Knopfe versehener Draht, der mit der Silberseite der Batterie durch eine Kette in Verbindung stand, wurde von unten in den Cylinders eines Bennetschen Electroscoops, an dessen Spitze der Draht von der Zinkseite lag, gebracht, und den Goldblättchen genähert. Die Goldblättchen wurden wechselseitig vom Knopfe angezogen und abgestoßen. Nachdem dieses Schauspiel ein Weilchen gedauert hatte, ging mit einem Male ein knitternder, hell glänzender Funken zwischen dem Goldblättchen und dem Knopfe über. Als man den Versuch wiederholen wollte, zerrissen die Blättchen. Man bemühte sich, sie wiederherzustellen, aber ohne Erfolg, weil es an dem nöthigen Geräthe fehlte, um zwei schmale Goldblättchen zu schneiden ohne sie zu zerreißen. Man umgab nun die Kante, welche zur Aufnahme der beiden Blättchen bestimmt ist, mit einem unregelmäßigen Büschel von Blattgold, woran sich viele Kanten befanden, setzte das Gehäuse der Electroscoops wie vorher mit der Säule in Berührung, und näherte den Draht von der Silberseite dem Goldblattbüschel. Es entstanden noch weit lebhaftere Funken als zuvor. Das Goldblättchen schmolz bei jedem Funken an der Stelle aus, wo man demselben den Knopf näherte, und nachdem der Versuch eine Zeit lang fortgesetzt worden war, erschien der Knopf durch die Loupe theils mit unregelmäßigen Goldflittern, theils mit geschmolzenen gewulsten Goldkugeln bedeckt, zum Theil

war er auch dauerhaft vergoldet; nichts liefs aber eine vorgegangene Oxydation des Goldes vermuthen.

Dieser Versuch gelang eben so gut, wenn man den Draht von der Silberseite mit der Spitze des Electroscops in Berührung brachte, und den Draht von der Zinkseite dem Goldbüschel näherte.

Es wurde jede Kette, so wohl die von der Zinkseite als auch die von der Silberseite, mit einem isolirten Director versehen; die Enden beider Directoren wurden mit einem Goldblattbüschel beklebt; man hielt sie nun isolirt, und näherte sie einander in freier Luft. Auch hier gingen grofse lebhaft glänzende, stark knitternde Funken über, und das Gold schmolz wie zuvor. — Derselbe Erfolg fand statt, wenn nur der eine Director mit einem Goldblattbüschel versehen war.

Dieser Versuch gelang mit jeder einzelnen Batterie recht gut.

Entzündungen durch den galvanischen Funken.

Es wurde ein Goldblatt auf eine Glasplatte gelegt, so dafs es nicht glatt anlag, sondern nur locker auflag und viele Runzeln bildete, und mit Hälfte eines Leinwandbeutelchens leicht mit Schwefelblumen bepudert. Als man nun den einen von beiden obigen Directoren auf das bepuderte Goldblatt legte, und dasselbe mit dem zweiten Director, der mit einem Goldbüschel versehen worden war, berührte, entstand ein lebhafter Funken, und der Schwefel entzündete sich. Diese Entzündung er-

folgt jedoch nicht allemahl beim ersten Funken. Man muß sich daher durch ein anfängliches Mißlingen nicht abschrecken lassen. Wir haben solche wenigstens 12mahl veranstaltet; sie gelang mit jeder einzelnen Batterie.

Es wurden einige Tropfen *Schwefelnaphtha* in einen silbernen Theelöffel gegossen, der auf einem isolirenden Gestelle stand, und dessen Stiel mit der einen Seite der Batterie in Verbindung war. Mit einem isolirten Director, der von der andern Seite der Batterie kam, leitete man nun Funken auf die Naphtha. Sie schlugen lebhaft durch, und es entstand ein schwarzer Fleck an der Stelle des Löffels, in welche die Funken einschlugen; es erfolgte aber keine Entzündung, das Ende des Directors mochte mit Goldblatt verleben seyn oder nicht. Der schwarze Fleck war vermuthlich ein *carbure de cuivre*, welches sich aus Kohlenstoff der Naphtha, und Kupfer aus dem Probestiber gebildet hatte.

Ein Goldblatt, welches auf einer Glasplatte eben so lag, wie bei der Entzündung des Schwefels, wurde mit Naphtha benetzt, und noch ein sehr kleiner mit Naphtha getränkter Baumwollflocken darüber gelegt. Als man einen Funken wie bei der Entzündung des Schwefels darauf schlagen ließ, gerieth die Naphtha in Brand.

Etwa zehn Gran fein zerriebenen *Schießpulvers* wurden auf ein Papier gelegt. Als man nun mit beiden isolirten Directoren, deren Enden man mit

Goldblatt verfehen hatte, im Pulver etwas umherwühlte, so daß sich etwas anhing, und sie alsdann in der Pulvermasse selbst einander näherte, entstand eine Entzündung des Pulvers. Man kann auch gekörntes Pulver entzünden, wenn sich nur in der Nähe des Goldblattes der Directoren etwas Mehlpulver befindet. — Ob uns gleich keine solche Entzündung des Pulvers 3mahl hinter einander gelang, so scheint sie doch etwas schwieriger zu seyn, als das Anbrennen des Schwefels.

Knallgold konnten wir durch den galvanischen Funken auf keine Weise unmittelbar entzünden. Als wir solches auf das mit Schwefel bepuderte Goldblättchen legten, detonirte es freilich, nachdem sich der Schwefel entzündet hatte; allein daran hatte der galvanische Funken eigentlich keinen Antheil mehr.

Eine Glasröhre, 3 Linien weit und 3 Zoll lang, wurde an einem Ende mit einem Korkstöpsel verschlossen, durch welchen ein Messingdraht ging, der mit dem einen fein zugespitzten Ende etwa $\frac{1}{2}$ Zoll in die Röhre hineinragte. Das andere mit einer Oese versehene Ende ragte aus der Röhre heraus. Man verschloß den Stöpsel mit Siegellack, füllte die Röhre im Wasserapparate mit einem Gemenge aus 2 Theilen Wasserstoffgas und einem Theile Sauerstoffgas, verschloß sie mit dem Finger unter Wasser, hob sie heraus, verschloß die Mündung schnell mit einem Korkstöpsel, durch welchen ein zugespitzter

Dräht gesteckt war, dessen Spitze man mit etwas Goldblatt versehen hatte, trocknete die Röhre äußerlich ab, brachte den einen Draht durch eine Kette mit dem obern, und den andern mit dem untern Ende der Batterie in Berührung, faßte das Rohr mit der einen, und den nicht eingekitteten Stöpsel mit der andern Hand, und bewegte den Stöpsel etwas, so daß die innern Drähte einander gerade gegen über und nahe genug kamen. Der Funken schlug nun über, das Gas entzündete sich, und der nicht eingekittete Stöpsel wurde herausgeworfen.

Dieser Versuch gelang 3mal hintereinander.

Die Entzündung der Naphtha, des Schießpulvers und des Knallgas haben wir nur mit den 3 verbundenen Batterien veranstaltet; mit jeder einzelnen haben wir den Versuch nicht wiederholt.

Laden einer Kleist'schen Flasche durch die galvanische Electricität.

Die äußere Belegung einer kleinen Kleist'schen Flasche, (von etwa 1 Quadratzoll Belegung,) wurde mit der Silberseite, und ihr Knopf mit der Zinkseite der Säule in Berührung gebracht, und eine Zeit lang in Berührung gelassen. Die Flasche lud sich. Ihre innere Belegung zeigte durch Nicholson's condensirendes Electrometer $+E$, ihre äußere Belegung $-E$.*)

*) Schon Cruickshank lud auf diese Art eine Verstärkungsflasche durch eine galvanische Batterie,

Wenn man die innere Belegung mit der Silberseite und die äussere mit der Zinkseite in Berührung brachte, so zeigte die innere — E und die äussere $+ E$.

Dieselben Versuche wurden mit einer etwas grössern Flasche von etwa 3 Q. Zoll Belegung wiederholt, und mit demselben Erfolge. Als wir diese mit einem goldenen Entlader entluden, zeigte sich zwischen dem Knopfe der Flasche und dem Entlader ein deutlicher Funken. Dieser Funken war auch sichtbar, als wir sie in die hohle Hand fassten und mit dem nassen Zeigefinger entluden. Bei einer ähnlichen Entladung mit trockenem Finger konnten wir keinen Funken wahrnehmen.

Durch diesen glücklichen Erfolg aufgemuntert, machten wir nun Versuche mit einer Flasche von mehr als 1 Quadratfusse, (schreibe: einem Quadratfusse,) Belegung. Auch diese lud sich zu unserm Erstaunen, und wirkte weit stärker auf das condensirende Electrometer als die kleinen Flaschen. Die Divergenz der Holunderkugeln war so stark, dass solche an der innern Fläche des Glasgehäuses kleben blieben.

Auch diese grosse Flasche entlud sich mit einem sichtbaren Funken. Eine Commotion konnten wir bei der Entladung nicht bemerken. Wir fass-

(*Annalen*, VII, 195,) und was mir dabei noch zweifelhaft schien, (*Annalen*, VII, 169,) wird durch diese Versuche gehoben. *d. H.*

ten die Flasche mit beiden Händen bei ihrer äußern Belegung, und berührten ihren Knopf mit der Zunge, hatten aber auf derselben nicht die geringste Empfindung.

Um eine Flasche durch die Voltaische Säule zu laden, ist es nicht durchaus nothwendig, daß beide Belegungen der Flasche mit dem Drahte der Säule in Berührung gebracht werden. Wir luden auch eine Flasche, indem wir sie bei ihrer äußern Belegung mit der Hand hielten und ihren Knopf mit dem einen Drahte der Säule in Berührung brachten, während der andere Draht entweder in einem Gefäße mit Wasser hing, oder von einem Menschen berührt wurde.

Diese Versuche mit den Flaschen sind unzählige Mal wiederholt worden, unter so mancherlei Umständen, mit so vieler Abwechslung und Vorsicht, daß durchaus keine Täuschung möglich war. Die beiden erst erwähnten kleinen Flaschen wurden sehr oft mit einer einfachen so gut wie mit der dreifachen Batterie geladen.

Lichtenbergische Figuren durch die galvanische Electricität.

Um diese Figuren hervorzubringen, bedienten wir uns zweier Condensatoren. Der erste besteht aus zwei Metallplatten von 9 Zoll Durchmesser, zwischen welche man eine doppelte Taffentscheibe legt. Die untere Platte steht unisolirt auf dem Tische, die andere kann mit Hilfe eines gläsernen

Griffs isolirt abgehoben werden. Der zweite Condensator hat dieselbe Einrichtung, nur sind die Platten weit kleiner, etwas über $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und die obere isolirt abzuhebende Platte ist mit einem kleinen Nadelknopfe versehen.

Der Draht vom Zink der Säule wurde mit der untern unisolirten Platte des großen Condensators in Berührung gelegt, und nun die obere Platte mehrmahls, etwa sechsmahl hinter einander, mit dem Drahte vom Silber berührt, darauf isolirt abgehoben, und mit ihr die obere Platte des kleinen Condensators berührt. Hier entstand ein kleiner knitternder Funken. Nunmehr wurde die obere Platte des kleinen Condensators isolirt abgehoben, und ein Electrophor mit dem Nadelknopfe an drei verschiedenen Stellen berührt. Als man den Electrophor mit Bärlappsaamen bepuderte, zeigten sich an den berührten Stellen sehr deutliche negative Lichtenbergische Figuren.

Wenn man den Versuch dahin abänderte, daß man den Draht vom Silber der Säule mit der untern Platte des großen Condensators in Berührung legte, die obere Platte desselben mehrmahls mit dem Drahte von der Zinkseite berührte, alles Uebrige aber wie zuvor veranstaltete: so fanden sich an den berührten Stellen des Electrophors sehr deutliche positive Lichtenbergische Figuren.

Wir fürchteten anfangs, ein noch so dünner Electrophor möchte eine für diese Versuche zu dicke Harzplatte haben, und bedienten uns daher

anfangs metallner Platten, die ganz dünn über der Lichtflamme mit Siegelack überzogen waren. Diese leisteten auch sehr gute Dienste; allein nachher zeigte es sich, daß der Electrophor eines electrischen Feuerzeugs eben so brauchbar ist.

Uebrigens wurden diese Lichtenbergischen Figuren so oft hervorgebracht, und auf Entfernung alles dessen, was einen Irrthum veranlassen konnte, so viel Sorgfalt verwendet, daß hier unmöglich eine Täuschung stattgefunden haben kann.

V.
VERSUCHE
mit dem Electrometer,
 von
VASSALLI. *)

— **A**n einem sehr empfindlichen Blattgold-Electrometer war $\frac{1}{200}$ Gran Siegellack, welches mit einem goldenen Messer abgeschabt worden, hinlänglich, eine Divergenz hervorzubringen; hingegen mit einem eisernen wurde $\frac{1}{12}$ Gran erfordert. Mit einem sardinischen 24 Livresstücke bedurfte man $\frac{1}{18}$, mit einem spanischen 69 Livresstücke $\frac{1}{18} + \frac{1}{9}$ G., mit einem portugiesischen nur $\frac{1}{62}$ Gran. Er vermutete, die Schärfe des Körpers könne Einfluss haben, und dies veranlasste folgende Versuche, wobei wiederum Siegellack der geschabte Körper war:

Scharfer schabender Körper.	Electricität des Abgeschabten.
Gold	+ E
Silber	— E
Kupfer	— E
Messing	— E
Eisen	— E

*) Aus den *Mémoires de l'Acad. de Turin*, Vol. V, A. 1790 — 91, p. 57 — 91; ausgezogen von L. A. von Arnim.

Gerundeter schabender Körper. Electricität des Abgeschabten.

Gold	+	E
Silber	+	E
Kupfer	+	E
Messing	+	E
Eisen	+	E

Nicht bloß die Gestalt des schabenden Körpers, auch die *Haltung* hat Einfluss. Hält man die Stange Siegellack vertikal, und schabt, indem der Rücken eines scharfen silbernen Messers nach oben gekehrt ist, nach unten, so wird die Electricität der abgeschabten Stücke immer *negativ* seyn; hingegen wenn der Rücken nach unten gekehrt ist, *positiv*. Eine entgegengesetzte Veränderung zeigen Zucker und *Chocolade*. Vielleicht lassen sich diese letztern Verschiedenheiten daraus erklären, daß in dem letztern Falle die abgerissenen Stücke gegen das Messer springen und dessen Electricität annehmen. *)

Auch die Electricität des schabenden sowohl, wie des geschabten Körpers, wollte Vassalli kennen lernen. Zu dem Ende wählte er folgende Versuche:

Schabender Körper.	Geschabter Körper	Electricität des Ei- Kör- Abge- sens pers schabten		
Isolirtes scharfes Eisen	Siegellack	+	+	—
	Schwefel	+	+	—
	Chocolade	+	+	—
	Wachslicht	—	—	+
Isolirtes rundes Eisen.	Siegellack	—	—	+
	Chocolade	—	—	+

*) Auch die Verschiedenheit der durch scharfe und stumpfe Körper abgeschabten Stücke wird sich daraus erklären.

A.

Die Electricität verschiedner Pulver untersuchte er, indem er sie aus einem durchlöcherten messingenen Gefäße auf das Electrometer stäubte.

Sowohl bei diesem, wie bei dem Gebrauche eines gläsernen Siebes, erhielt er gleiche Electricität.

Zinkkalk

Eisenkalk

Wismuthkalk

Schwarzer Eisenkalk

Zinnkalk

Talkerde

Turpeth

Algarothpulver

Arseniksaures Kali

Epsomer Talkerde

Schwefelsaures Kali

Arfenik

Schwefelsaures Natron

Alle Metalle + E

Kiesel Erde schwach — E

Thonerde stärker — E

Kiesel Erde noch mehr — E

Schwerer Erde am stärksten — E

— E stark

+ E stark

Er verspart zur künftigen Untersuchung, das Verhältniß der *electrischen* zur *lichtbrechenden* Kraft der Körper zu bestimmen, und auszumachen, ob eine electriche Verschiedenheit zwischen venösem und arteriellem Blute, und zwischen der Electricität des Bluts eines Kranken und Gesunden sey, und ob und welche Electricität beim Keimen, bei Oxydationen und Reductionen entstehe.

VI.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Von Herrn Prof. und Ober - Medic. - Rath
Hermstädt.*

Berlin den 20ten Febr. 1801.

— — Ueber Volta's Säule werden hier sehr viele Versuche angestellt, die schon manche wichtige Resultate dargeboten haben. Die ersten machte Herr Dr. Bremer; Prof. Erman, Simon, und insbesondere Dr. Grappengieser, setzten sie fort und erweiterten sie. Dr. Grappengieser, mein würdiger Freund und ehemaliger Schüler, hat jetzt eine Batterie von 600 Platten; durch dieses galvanische Magazin zieht er heftige Funken, welche Erschütterungen geben, und Schwefel, Naphtha, ja sogar Pulver anzünden. *) Meine anderweitigen vielen Arbeiten haben mir es jetzt noch nicht erlaubt, die Versuche darüber auszuführen, welche ich mir vorgesetzt habe. Der Apparat dazu ist eben fertig. Ich werde die Sache aus einem neuen Gesichtspunkte betrachten, und es wird mir weniger um die Erzeugung starker Funken und Erschütterungen zu thun seyn, als um die anderweitigen Phänomene, welche den Erfolg begleiten. Ich werde

*) Vergl. Herrn Prof. Bourguet's Beschreibung dieser Versuche im Aufsatze IV dieses Stücks.

die Zeiten, in welchen die Wasserzerlegung erfolgt, und das Volumen des sich bildenden Gas messen und vergleichen; durch sehr sensible Thermometer zu erfahren suchen, ob, und wie viel, Wärme dabei in Freiheit gesetzt wird, und überhaupt bemühet seyn, den zureichenden Grund jener Erscheinungen näher auszumitteln. Noch bin ich fest überzeugt, daß alles auf Electricität hinausläuft, und daß die dabei statt findenden Erscheinungen der Wasserzerlegung denen sehr analog sind, welche Troostwyk und Deiman, (Rozier's *observations sur la physique*, Tom. XXXV, p. 369, und in meiner physik.-chemischen Bibliothek, B. 5, S. 200 etc.,) schon im Jahre 1789 bemerkt haben. Ich werde daher auch versuchen, was gewöhnliche Electricität bewirkt. Fielen die Resultate meiner Versuche meinen Erwartungen nicht entsprechend aus, so würden sie uns wenigstens eine Wahrheit kennen lernen, die dem Physiker doch auch viel werth seyn muß.

Was die in B. VI Ihrer *physik. Annalen*, S. 462 etc., aufgestellten, meinen *Attractionsversuchen* entgegengesetzten Bemerkungen betrifft, so muß ich dem Herrn Recensenten meiner Beobachtungen in den Wirzburgischen gelehrten Anzeigen vom Mai 1800, S. 354, und den Bemerkungen des Herrn von Arnim, (*Annalen der Physik*, a. a. O., S. 463,) Folgendes entgegenstellen. Wenn die scharfsinnigen Bemerkungen meines Recensenten gegründet wären, so würde sich zwar sehr wohl die Anziehung des

Queckfilbers zur Glasplatte daraus erklären lassen, ob ich gleich doch immer nicht recht einsehe, wie der Oxydationsprozeß des *Queckfilbers* hier so schnell hätte vorgehen können, daß ein wirkliches Vacuum in der Luftmasse dadurch veranlaßt, und die äußere Luft zum senkrechten Drucke gezwungen werden konnte. Keinesweges würde sich aber daraus erklären lassen, wie die Anziehung der Glas-*tafel* zu *Wasser* bewirkt werde: und doch habe ich bei der Fortsetzung einiger meiner Versuche mit meinen Ihnen bekannten äußerst sensibeln Wagen entdeckt, daß auch *Wasser* und *Weingeist* die Glasplatte zum Sinken nöthigen.

Was aber die Bemerkung des Herrn von Arnim über diesen Gegenstand betrifft, so erlaube ich mir, diesem braven Physiker entgegen zu setzen, daß die Anziehung auch zwischen Messing und *Queckfilber* erfolgt, wo also keine Electricität erregt werden konnte. Ich werde indessen, so bald mir es nur immer möglich ist, meine Versuche fortsetzen, und die frühern wiederholen, und dann werde ich auf alle übrige Umstände dabei genau Rücksicht nehmen, sie auch im luftleeren Raume wiederholen, und die Erfolge genau beobachten. *)

Trügen mich einige vorläufige Beobachtungen nicht, so ziehen sich mehrere homogene und heterogene Materien in gewissen Entfernungen an. Um

*) Man vergl. weiter unten Prof. Anschel's Brief.
d. H.

dieses genauer zu erforschen, lasse ich mir jetzt geschliffene Glasplatten von verschiedenen Durchmessern verfertigen, deren Flächen ich mit den zu untersuchenden Materien bestreichen, und dann ihre Anziehung mittelst empfindlicher Wagen untersuchen werde. Auch habe ich einen einfachen Maassstab ausgedacht, wodurch ich in den Stand gesetzt seyn werde, die Distanzen, in welchen die Anziehung erfolgt, genau zu bestimmen. Vielleicht genieße ich das Vergnügen, bei Ihrer nächsten Anwesenheit in Berlin einige dieser Versuche mit Ihnen gemeinschaftlich zu unternehmen.

Ich benutze diese Gelegenheit, Ihnen hier noch eine Bemerkung mitzutheilen, die mir zur Aufklärung unsrer Kenntnisse in der *Meteorologie* sehr wichtig zu seyn scheint. Schon vor zwei Jahren wollte ich versuchen, *was die Electricität auf die Ausdünstung des Wassers wirke*. Zu dem Behufe füllte ich eine 8" lange, und 2" weite, oben verschlossene, unten aber offene, und heberförmig umgebogene Barometerröhre, zum Theil mit atmosphärischer Luft, zum Theil mit destillirtem Wasser, das durch Auskochen von aller etwa cohärirenden Luft befreiet war. Die Röhre stand mit ihrem untern Theile in einem Glase mit Wasser, und durch ihre Oeffnung war ein locker schließender Korkstöpsel gesteckt, der an einem $\frac{1}{4}$ Linie starken, nach Gestalt der Röhre gebognen Messingdrahte saß, welcher durch die Wasserfäule in der Röhre hindurchging, und dessen äußeres Ende in die darüber ste-

hende Luftsäule hineinreichte. Ich brachte den ganzen Apparat in ein Zimmer, dessen Temperatur 32° Fahr. war. Nach 15 Minuten maß ich die Höhe der Luftsäule; sie betrug $5'' 2'''$. Ich brachte hierauf den Apparat in mein Studirzimmer in die Nähe des Ofens, und heizte so stark, daß das Wasser in dem Glase, worin der Apparat gesperrt war, an einem hineingetauchten Thermometer 100° Fahr. zeigte. In dieser Temperatur, wobei das Thermometer abwechselnd um einige Grade stieg und fiel, wurde der Apparat 4 Stunden lang erhalten. Die Luftsäule über dem Wasser hatte sich während dieser Zeit um $15,5'''$ verlängert. Ich brachte nun den ganzen Apparat wieder in die Temperatur des Gefrierpunktes; die Luftsäule verkürzte sich wieder bis zu ihrer vorigen Länge, und der innere Raum der Röhre wurde mit Wasserdunst belegt. Unstreitig war also die verlängerte Luftsäule nicht bloß der Ausdehnung zuzuschreiben, welche die in der Glasröhre befindliche Luft durch die erhöhte Temperatur erlitten hatte, sondern ihre Verlängerung war auch einem Theile *Wasserdunst* zuzuschreiben, der hier gebildet, und mit der Luft in Adhäsion getreten war. *) Dafs aber beim natürlichen

*) Nach den trefflichen Versuchen des Herrn Prof. Schmidt in Gießen, dehnt sich bei einer Temperaturerhöhung von 0 bis 30° R., (100° F.) wohl getrocknete atmosphärische Luft, um 0,134, und die allerfeuchteste Luft, in der das Hygrometer auf 100° steht, um 0,186 Theile ihres Volumens aus,

Gefrierpunkte die Luftsäule wieder zu ihrer vorigen Länge herabkam, scheint zu beweisen, daß der Wasserdampf im Dunstkreise nur so lange existiren kann, als die zu seiner Bildung nothwendige Temperatur vorhanden ist, und solcher sich niederschlagen muß, wenn diese vermindert wird. Hiernach wäre eine *Auflösung* der Feuchtigkeit in der Luft nicht unmöglich, und was man als hygroskopische Feuchtigkeit im Dunstkreise wahrnimmt, wäre bloß als ein der Luft mechanisch adhärender Wasserdampf anzusehen; wäre er wirklich aufgelöst, so könnte er nicht mehr auf das Hygroskop wirken, oder nur durch chemische Verwandtschaft; welches die Vorstellung des Herrn Zyllius von dieser Sache vollkommen bestätigt.

Nachdem dieser Versuch beendigt war, brachte ich den Apparat unverändert wieder in das geheizte Zimmer, erhob die Temperatur wieder auf den vorigen Punkt, und erhielt sie dabei. Zugleich brachte ich aber nun den aus dem offenen oder doch nur locker verstopften Ende der Röhre herausragenden Draht, mittelst einer Kette, mit dem Conduktor der Electrirmaschine in Verbindung, und

(Gren's Neues Journal der Physik, B. 4, S. 336 und 353,) würde sich also eine 5²'' lange Säule völlig trockener Luft bei jener Erwärmung nur um 8,4'' und eine im höchsten Grade feuchte um 21,5'' verlängert haben. Bei einer Verlängerung von 15,5'' hatte sich die Luftsäule um 0,25 Theile ausgedehnt.

d. H.

liefs 4 Stunden lang $+E$ in das in der Röhre befindliche Wasser strömen, wobei, um solche wieder abzuleiten, der gläserne Behälter fürs Ganze auch von aussen feucht gemacht wurde. Während des Zufließens der Electricität verlängerte sich die Luftsäule in der Röhre merklich, und nach vier Stunden betrug ihre Verlängerung $2'' 3'''$. *) Jetzt wurde der Apparat wieder dem Gefrierpunkte ausgesetzt, und die Luftsäule verkürzte sich bis auf $17'''$, so daß die ganze Länge der Säule nun $6'' 7'''$ betrug. So stand die Säule 24 Stunden, ohne sich zu verlängern oder zu verkürzen; welches letztere auch dann nicht erfolgte, wenn der Draht mit der Hand berührt wurde.

Dieses scheint daher zu beweisen, daß ein Theil Wasser permanent elastisch geworden war. Da solches aber durch bloße Wärme nicht erfolgte, so muß die Electricität mitgewirkt haben. Was daher Herr de Lüc *fluide déferent* nennt, scheint nichts anderes als *Electricität* zu seyn. Aber immer bleibt es merkwürdig, daraus zu erkennen, daß die Electricität in gewisser Hinsicht ein *Medium approprians* abgibt, um den Wärmestoff mit dem Wasser zu mischen, und dem dadurch bewirkten Dampf eine permanente Elasticität zu ertheilen, die von der Störung der Temperatur nicht verändert, nicht zerlegt wird.

*) Einschliesslich der Verlängerung durch Erwärmung, oder ohne diese? d. H.

Weit merkwürdiger als alles dieses, war mir aber nun folgendes Phänomen. Ich brachte den aus dem Glase herausragenden Draht nun mit dem isolirten Reibezeuge der Electrirmaschine in Verbindung, und nachdem ich den Conductor durch eine Kette mit der Erde in Gemeinschaft gesetzt hatte, wurde dem in der Wassersäule befindlichen Drahte — *E* beigebracht. Zu meinem Erstaunen sah ich hier die Luftsäule sich verkürzen, und nach kurzer Zeit war die Verkürzung so groß, daß sich die ganze vorher 6" 7" lange Säule, bis auf 5" 5", also um 1" 2" vermindert hatte, wenn das Ganze der Temperatur des Gefrierpunktes ausgesetzt war.

Diese Bemerkungen geben über unsre Vorstellungsarten im Gebiete der Meteorologie wichtige Aufschlüsse; sie lassen uns die Bildung des Regens, die Veränderungen des Dunstkreises, seine verschiedenen Wirkungen gegen das Barometer und Manometer, aus einem ganz neuen Gesichtspunkte erblicken; ja, sie geben uns sogar die Aussicht, die nahenden Regenwolken nach Willkühr zerlegen, und ihnen den Regen entlocken zu können, so gut wie wir der Atmosphäre schon die Gewittermaterie zu entlocken geschickt sind. Sie zeigen uns ferner den zureichenden Grund von der beständigen Gegenwart der freien Electricität bei Regengüssen, die bald $+ E$, bald $- E$ ist; und auch hier wird Herrn Zyllius Satz: daß das Wasser, welches wirklich im Dunstkreise in einer solchen Form existirt, daß es nicht mehr hygroskopisch wirken kann, vom

Wasserdunste sehr wohl unterschieden werden muß, bestätigt. Meine Erfahrungen beweisen aber auch zugleich, daß wir *keine Auflösung des Wassers in der Luft* anzunehmen nöthig haben, und dennoch uns seine Existenz im Dunstkreise, in einem sehr ausgedehnten, dessen ungeachtet aber gleichsam trocknen Zustande, vorstellen können.

Ich werde meine Versuche aufs neue wiederholen und sie vervielfältigen. Ich habe die Resultate derselben für die königl. Akademie der Wissenschaften bestimmt, und werde sie Ihnen dann im Auszuge mittheilen. Ob Sie indessen von diesen Bemerkungen in Ihren Annalen vorläufig Gebrauch machen wollen, stelle ich Ihnen ganz anheim. *)

- *) Gewiss verdienen diese wichtigen Versuche in jeder Rücksicht Aufmerksamkeit. Van Marum glaubte zwar aus seinen Versuchen der Electricität allen Einfluß auf das Verdünsten der Flüssigkeiten absprechen zu müssen: (*Annalen*, I, 120.) da er aber die Verdunstung nicht durch das Volumen der sich bildenden elastischen, sondern durch den Gewichtsverlust der verdunstenden tropfbaren Flüssigkeit zu bestimmen suchte, so ist es sehr erklärbar, wie ihm dieser Einfluß entgehen konnte, den die Hermbstädt'schen Versuche auf eine so einfache Art darthun. Sehr zu wünschen wäre es, daß bei ihrer Wiederholung auf die Art des Gas, das sich bildet, gesehen würde, welches ich für Wasserstoffgas, (und das Ganze für eine neue Methode der Wasserzersetzung durch Electricität,) zu halten geneigt seyn möchte, wenn nicht die höchst merkwürdige Gasverminderung durch — E, dieser Mei-

In einer bei der königl. Akademie der Wissenschaften am 11ten Dec. v.J. abgelesenen Abhandlung habe ich untersucht: ob zwischen den alkalischen Erden und den alkalischen Salzen ein wesentlicher Unterschied vorhanden ist, und wie er sich bestimmen läßt. Sie wissen, daß Fourcroy in seinem Systeme der Chemie, und so auch Herr Bergrath Scherer und H. Prof. Trommsdorf in ihren chemischen Handbüchern, die Kalk-, Baryt- und Strontianerde aus der Classe der erdigen Substanzen ausgehoben und den alkalischen Salzen untergeordnet haben. Wenn gleich nicht geläugnet werden kann, daß jene Materien sich in vielen ihren Eigenschaften den alkalischen Salzen sehr nähern, so besitzen sie indess doch auch Eigenschaften, welche sie mit allen übrigen Erden gemein haben, und wodurch sie sich von den alkalischen Salzen unterscheiden. Dahin gehört z. B. das charakteristische Merkmal, daß die gedachten Erdarten, gleich allen übrigen, in einer neutralen Verbindung mit der Kohlen säure, im Wasser unauflösliche, die alkalischen Salze aber in dieser Verbindung allemahl leicht auflösliche Mischungen für das reine Wasser darbieten. Hierauf gründe ich folgende Bestimmung des Unterschiedes zwischen den alkalischen Erden und alkalischen Salzen:

nung geradezu entgegen zu stehn schiene. Diese durch wiederholte und abgewechselte Versuche außer allen Zweifel gesetzt zu sehn, muß gewiß jeder Physiker wünschen. d. H.

A. Erden sind: 1. mit Säuren mischbar; 2. mit der Kohlensäure neutralisirt, im reinen Wasser nicht auflösbar und geschmacklos; 3. in der Hitze nicht metallisch reducirbar.

B. Alkalische Salze sind: 1. mit Säuren mischbar; 2. mit Kohlensäure neutralisirt, geschmackhaft und in reinem Wasser auflösbar.

2. Von Herrn Regierungsrath Hebebrand.

Büdingen d. 11ten Febr. 1801.

— — Sie machen mich auf etwas in meinem vorigen Briefe *) aufmerksam, welches einer Berichtigung bedarf. Die Funken, welche ich an den Fingern gesehen habe, und deren Erscheinung Ihnen, besonders außer der Kette, mit Grunde auffiel, waren ein optischer Betrug in der Dämmerung, in der ich den Draht von andern Gegenständen nicht unterscheiden konnte. Er wurde durch die Parallaxe verursacht, welche durch Erhöhung oder Erniedrigung der mit statem Blicke auf die Funken gehefteten Augen nothwendig entstehen und den scheinbaren Ort der Lichtpunkte verändern mußte. Seitdem ich diesen Versuch bei Tage oder Abends bei Lichte anstelle, erscheinen die Funken nur allein an dem geriebenen Drahte, und ich bin nun versichert, daß ihre Erscheinung an den Fingern, so

*) *Annalen*, 1801, VII, 254, über des Verf. Versuche mit Volta's Metallbatterie. d. H.

wie auch das weiße Licht an dem Wasserbleie, optische Täuschungen waren, obgleich ein guter Beobachter, der diese Versuche bei Lichte Abends wiederholt hat, noch immer Funken an einem der Finger gesehen haben will. Ueberhaupt ist es mit den Funken, wenn man sie in Menge verlangt, eine ungewisse Sache. Noch zur Zeit weils ich nichts aufzufinden, wobei man auf einen sichern und bestimmten Erfolg mit Zuverlässigkeit rechnen könnte.

Was ich in meinem vorigen Schreiben von *Verstärkung der Batterie* erwähnt habe, hat sich durch fortgeleitete Beobachtungen bestätigt. Nachdem bei abermaliger Aufstellung der Säule alle Kraft derselben vor einigen Tagen schon so weit verschwunden war, daß ich mit meiner gewöhnlichen Leitung nur ein schwaches Gefühl an den Lippen erregen konnte, nahm ich eine fast 1" dicke, und 22" lange messingene, und mit $1\frac{1}{2}$ " dicken Kugeln an beiden Enden versehene Röhre, faßte solche mittelst eines mit Salzwasser durchnässten Lappens, und legte sie mit dem andern Ende auf den Silberhaken. Ein 5" langer Messingstab mit zwei Knöpfen machte die Verbindung zwischen dem Zinkhaken und der angefeuchteten Unterlippe. Sogleich, bei der ersten Berührung, fühlte ich die neu belebte Wirkung der Batterie, und nach einigen schwachen Schlägen mit der Röhre auf den Silberhaken vermehrte sich dieselbe dergestalt, daß mit jedem Schlage nicht nur eine convulsivische Bewegung der Lippe, sondern auch in dem rechten Vorderarme eine ungewöhnlich

wöhnlich starke Erschütterung verursacht wurde. Die Electricität an beiden Enden der Säule nahm in einer solchen Kette dermaßen zu, daß der Condensator in einer Entfernung von 8" die Goldstreifen eines Electroskops eben so weit aus einander trieb, als es vorher in der Weite von 2" kaum geschehn konnte. Ich glaube also, daß die Wirkksamkeit jeder Metallbatterie durch eine so verstärkte Leitung bis zu einem beträchtlichen Grade gleich anfangs erhöht werden könne. Bei diesen Versuchen wird der obere Zinkhaken in seiner Lage oft beunruhigt. Ich habe deswegen ein kleines Schraubenwerk auf dem durchbrochenen Deckel des Gestelles angebracht, an dessen Bogen noch ein mit Knopf und Haken versehenes messingenes Querstänglein befestigt ist, zu mehrerer Bequemlichkeit bei andern Versuchen. Eine Glaschale, um den Geschmack der Flüssigkeiten in der Kette zu versuchen, oder auch um von demselben einen medicinischen Gebrauch zu machen, läßt sich ebenfalls leicht zurichten. Die Gefühle, welche bei diesen Operationen im menschlichen Körper erregt werden, sind nach der Idiosynkrasie eines jeden sehr verschieden. Bei einigen wird eine fliegende Hitze verursacht, welche den ganzen Körper durchdringt und mit beständigem Durste vergesellschaftet ist. Andere empfinden nur örtliche Schmerzen, die aber für Nerven- und Muskelfasern so angreifend sind, daß sie nur Augenblicke dabei aushalten können. Auch kommt hierbei vieles auf das Alter an. Fortgesetzte Er-

fahrungen mit unbefangenein Sinne werden noch vieles hierüber aufklären.

3. Von Herrn C. H. Pfaff.

Kiel den 10ten März 1801.

Jetzt erst erhalte ich Stück 2 Ihrer Annalen vom Jahre 1801, in welchem Sie auf eine für mich schmeichelhafte Art die kurze Nachricht von meinen ersten, freilich noch rohen Versuchen mitgetheilt haben. Die zwei ersten Stücke des neuen Jahrganges Ihres Journals enthalten eine reiche Aernte galvanischer Versuche, und unter diesen haben die Ihrigen über Funken etc. ganz vorzüglich meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Da ich seit meinem letzten Briefe an Sie *) meine Versuche ununterbrochen fortgesetzt habe, und meine chemischen Versuche eigentlich erst nach Fertigstellung des Apparats, von dem ich Ihnen eine kleine Beschreibung mittheilte, *) ihren Anfang nahmen; so boten sich mir inzwischen noch eine Menge Beobachtungen dar, von denen ich nun sehe, daß sie auch von Andern bereits gemacht wurden. Indessen glaube ich doch einige Erscheinungen bestimmter wahrgenommen, auch einiges bemerkt zu haben, was wenigstens denjenigen, deren Versuche in Ihren Annalen beschrieben sind, entgangen zu seyn scheint. Hier nur ein kleines Résumé dieser meiner neuen Versuche.

*) *Annalen*, 1801, VII, 371 und 363. d. H.

Meine fortgesetzten Versuche über die *Funken*, *) über die nähere Beschaffenheit derselben, über die Umstände, die auf ihre Erscheinung, auf ihre Stärke etc. Einfluss haben, stimmen im Wesentlichen mit den Ihrigen überein. **) Ich finde die Vergleichung der obern Funken am passendsten mit denen, welche man aus dem Stahle hervorlockt; allerdings sind sie sonnenartig, bisweilen sprühend, vom lebhaftesten, bald mehr hell, - bald mehr dunkelgelbem Glanze. Dals sie nur im Augenblicke der unmittelbaren Berührung zum Vorscheine kommen, möchte ich beinahe bezweifeln. Ohnedies entfernt die Art, wie ich sie durch Berührung des feinsten Goldblättchens, das am Haken der obern Zinkplatte hängt, mit einem feinen Drahte hervorlocke, die Meinung, als wenn *Druck*, *Reiben*, zu ihrer Entstehung erforderlich wäre. Aber allerdings befördert dies ihre Entstehung. Sie kommen, wenn sie nicht mehr erscheinen wollen, wieder zum Vorscheine, wenn man mit dem Drahte über den Rand der obern Zinkplatte leicht reibend hinfährt, ***) gerade wie auch die Zuckungen bei einer solchen leicht reibenden Bewegung der Armaturen über einander leichter und stärker zum Vorscheine kommen. Wenn die Batterie sehr wirksam im Funkengeben war, so war das Knittern ausserordentlich merklich, gerade so, wie

*) Vergl. S. 148.

**) S. 161, 166 f.

***) Vergl. S. 481.

man bei den Funken des Stahls ein ähnliches Knit-
tern hört. *Mit diesem möchte ich es am meisten
vergleichen.* Es ist eine Frage, ob diese Funken
nicht, wie Sie bemerken, auf einem *wahren Ver-
brennen* des *angewandten Metalls* beruhen, und
ob darum nicht die feinen Drähte, besonders die
feinsten *Silberdrähte*, wie auch Herr Böckmann
bemerkt, den Vorzug haben, und am dienlichsten
zur Hervorlockung dieser Funken sind. Dafs zwei
wohlpolirte Kugeln von Messing etc. einander genä-
hert gar keine oder nur äufserst unmerkliche Fun-
ken geben, bestätigt diese Meinung noch mehr.
Gerade aber dadurch wird das, was ich für Anal-
ogie mit der Electricität hielt, *Differenz*. Die feinsten
Spitzen mit dem Rande der obern Zinkplatte in Be-
rührung gebracht, fand ich fast immer am wirkfam-
sten; stumpfe und mehrere Linien dicke Drähte nie
in dem Grade. Auch bei Berührung der obern
Silberplatte statt der Zinkplatte erhielt ich Funken.
Mit feinen Spitzen lockte ich aus *einer Säule von
8 Lagen*, besonders bei starker Erwärmung, *schon
Funken hervor*. Sehr wirksam zur Hervorlockung
der Funken zeigten sich auch alle *Braunsteinerze*,
besonders je erdiger, zerreiblicher, sie waren. Auch
taugten sehr gut die Holzkohle und der Graphit.
Der Einfluß der Ruhe auf die Wiederenstehung und
Verstärkung der Funken bemerkte ich öfters. Eine
solche bestimmte Funkenperiode wie Sie, habe ich
bis jetzt nicht wahrnehmen können. In meinen Ver-
suchen waren Funkenlebhaftigkeit und galvanische

Wirksamkeit auf die Nerven gewöhnlich gleichlaufend. Die Lebhaftigkeit und Schnelligkeit der chemischen Zersetzungen schienen aber hiermit nicht in geradem Verhältnisse zu stehen.

Was die verschiedenen Mittel, die Batterie zu verstärken, betrifft, so hebe ich nur Einiges aus. Von andern Metallen als das Silber, die ich mit dem Zink componirte, fand ich *Kupferplatten* sehr wirksam, besonders um chemische Zersetzungen damit zu bewirken. Auch werden sie sehr stark von einem grünen Roste beschlagen. Nicht selten bemerkte ich, daß eine Batterie, die ich eben aufgeführt hatte, im Anfange äußerst schwache Erschütterungen gab, und gleichsam nur allmählig zu Kräften kam. Dies bemerkte ich besonders bei Kupfersäulen. Ein Hauptpunkt, die Batterie recht stark zu erhalten, bestand darin, sorgfältig zu vermeiden, daß zwischen die zwei Metallplatten selbst keine Feuchtigkeit kam. *) Dadurch, daß ich zwischen die zwei Metallplatten ebenfalls eine mit Salzwasser genäßte Pappe brachte, konnte ich *allen Effect der Säule vernichten*, denn nun hoben sich die Actionen der beiden Metalloberflächen wechselseitig auf. Ueberhaupt finden hier Ritter's Gesetze über die Wirksamkeit und Nichtwirksamkeit einer galvanischen Kette vollkommen ihre Anwendung. Ich entlud nicht selten zwei Batterien durch einander, indem

*) Diese Versuche bewähren die von Ritter S. 373 beschriebne Einrichtung. d. H.

ich den — Pol der einen mit dem + Pol der andern, und so umgekehrt in Wechselwirkung brachte. Mit starker Erschütterung hoben sie sich wechselseitig auf. Wenn ich meine Säule unten mit Zink statt mit Silber anfang, übrigens die gewöhnliche Ordnung: Pappe, Silber, Zink, Pappe, Silber etc. etc., beobachtete, so wurde nun die unterste Silberplatte nicht mehr ungewöhnlich oxydirt, da hingegen bei gewöhnlicher Construction der Säule: Silber, Pappe, Silber, Zink, Pappe, Silber, die unterste Silberplatte an der Fläche, wo die Pappe auflag, jedesmahl dunkelbraun oxydirt war. Einmahl bemerkte ich bei dieser Construction Etwas, was Sie ebenfalls bemerkten, daß nämlich im Augenblicke der Schließung der Kette, da sich destillirtes Wasser in derselben befand, der reichlichste Gasstrom von dem Golddrahte, der mit der obern Zinkplatte verbunden war, aufstieg, und in den ersten 10 Minuten vom sogenannten Drahte des Silberendes kein Gasbläschen sich entwickelte. Aber nach einiger Zeit kam alles wieder in die gewöhnliche alte Ordnung, ein reichlicher Strom von Wasserstoffgas vom Silberende und sparsamer Strom von Sauerstoffgas vom Zinkende. — Sollten Sie in den Fällen, wo Sie ein von der gewöhnlichen Regel so abweichendes Resultat, nämlich den Gasstrom von der Oxygenseite erhielten, vielleicht den Versuch nicht lange genug fortgesetzt haben?*)

*) Ich endete den Versuch nach 10 bis 15 Minuten,

Meine vorzüglichste Aufmerksamkeit widmete ich, wie Sie sich leicht denken können, den *chemischen Erscheinungen*, und hier leistete mir mein einfacher Apparat die trefflichsten Dienste. Durch diesen waren nämlich die beiden Prozesse so bestimmt von einander abgefondert und isolirt, daß man mit größter Genauigkeit die eigenthümliche Wirkungsart eines jeden Pols bestimmen konnte. Gewiß hat diese Methode der Durchleitung durch den Kork entschiedne Vorzüge sowohl vor Ritter's durch Vitriolsäure, als Davy's durch thierische Fiber, mit welcher letztern ich erst nach Erfindung meines Apparats bekannt wurde. Ich versuchte destillirtes Wasser, Säuren, und Auflösungen von mancherlei Salzen. In meinem ersten Versuche, von dem ich Ihnen in meinem letzten Briefe bloß das Resultat mittheilte, hatte ich die merkwürdige Erfahrung von Entstehung der Salpetersäure noch nicht gemacht. Damahls hatte ich aus dem Golddrahte der Oxygenseite viel Sauerstoffgas erhalten, und die Spuren einer Säure in dieser Hälfte des Wassers waren nur schwach. Aber seitdem habe ich jene merkwürdige *Bildung der Salpetersäure*, von der Herr Bäckmann einen Umstand anführt, constant beobachtet. *) In drei

hatte aber die Saule mit Sorgfalt in allen Ketten harmonisch gebaut, wiederholte auch den Versuch, (S. 177, 178,) mehrere Mahl. d. H.

*) Vergl. S. 245 und 109. d. H.

Versuchen, wo ich gekochtes destillirtes Wasser an-
 wandte, wurde in der Hälfte des Wassers auf der
 Oxygenseite der Geruch von *salpetriger Säure* schon
 nach den ersten 6 Stunden sehr merklich, und da
 ich mit einer und derselben Portion den Versuch je-
 desmahl mehrere Tage ununterbrochen fortsetzte,
 so wurde am Ende das ganze Zimmer von diesem
 Geruche erfüllt. Eine Prüfung dieses Wassers mit
 verschiedenen Reagentien zeigte mir die deutlichsten
 Spuren der Salpetersäure. Merkwürdig war, daß
 bei Anwendung des bloßen destillirten Wassers der
 reine Golddraht ebenfalls angegriffen, und in jenen
 Purporkalk verwandelt wurde, welchen die *Electri-
 cität*, so wie die *salpetrige Säure* hervorbringen, so
 daß das Wasser ganz violett davon gefärbt war. Bei
 Anwendung des salzsauren Kalkes erhielt ich durch
 das entstehende Königswasser, die schönste Goldso-
 lution. Auch bei Anwendung einer Bittersalz-
 Auflösung. In der andern Hälfte des Gefäßes zeigten
 sich bei Anwendung von destillirtem Wasser deutli-
 che Spuren von *Alkali*, über dessen Natur ich aber
 noch nichts entscheiden will. Ganz rein fand ich
 das Hydrogengas bis jetzt noch nicht, immer mit
 etwas wenigem Sauerstoffgas dem Volumen nach
 gemischt. Aus der salzsauren Kalkerde wurde et-
 was Kalk niedergelchlagen, vielleicht durch eine
 Zersetzung der Säure; eben so aus dem Bittersalze
 die Talkerde, die sich als Schuppen um den Gold-
 draht anlegte, und seine gelbe Farbe noch reiner
 machte. Nachdem ich nun längere Zeit diese Ver-
 suche

suche fortgesetzt habe, ist mein Golddraht auf der Oxygenseite größtentheils zerfressen, äußerst mürbe geworden, und will mir fast kein Sauerstoffgas mehr geben, erzeugt aber desto mehr Salpetersäure. So weit gehen meine bisherigen Versuche.

Die wichtigsten, die ich noch vorhabe, sind über den Einfluss verschiedner Gasarten, wozu Haldane's Versuche doppelt auffordern. *) In meiner Theorie dieser merkwürdigen Erscheinungen bin ich noch nicht weiter gekommen. Von Kopenhagen schreibt man mir, daß das Bennetische Electrometer von 600 Platten deutlich afficirt wurde, wenn man den untern Theil desselben mit der untersten Platte der Batterie auf einem Isolirbrette in Verbindung brachte, und auf den obern Theil desselben einen galvanischen Funken fallen ließ. Ob die galvanische Batterie Einfluss auf die Magnetnadel habe, darüber habe ich bis jetzt Versuche anzustellen versäumt. Mit Begierde sehe ich einem neuen Hefte Ihres Journals entgegen, das uns gewiß wieder einen oder den andern interessanten Aufsatz über diese wichtige Materie bringen wird. **)

*) Eine sehr wichtige Abhandlung über diesen Einfluss im nächsten Stücke. d. H.

**) Dieses kann ich für die 4 nächsten Hefte schon jetzt mit Gewißheit versprechen. d. H.

4. Von Herrn Dr. Heinrich Steffens.

Freiberg den 8ten März 1801.

Ich überschicke Ihnen hier einige Versuche mit der Voltaischen Batterie, welche ich einer Bekanntmachung für werth halte. Durch die Sorgfalt, mit welcher Sie alles, was in diesem neuen Zweige der Physik geschieht, sammeln und kritisch zusammenstellen, erwerben Sie sich ein so wichtiges Verdienst um die Wissenschaft, als ich es für unrecht halten würde, wenn Ihnen nicht alle Versuche und Deliberationen über diesen Gegenstand in Deutschland mitgetheilt würden.

Meine Batterie aus 60 Lagen stand zwischen 4 trocknen Glasstangen, und es ward dabei alles, was leiten konnte, sehr sorgfältig vermieden. Der Draht von der Zinkseite wirkte sehr deutlich auf das äußerst empfindliche *Bennetsche Electroskop* des Herrn Prof. Lampadius; doch setzte eine nur mäßig geriebene Siegellackstange die Goldblättchen weit mehr in Bewegung. Der Draht von der Silberseite hob zwar diese Wirkung auf, schien aber gar keine Divergenz im Electroskop zu bewirken.

Ich habe mit den Drähten *Phosphor angezündet*, auch im Finstern sehr deutliche *Funken* erhalten, auf die Art wie Prof. Pfaff, mittelst Goldblättchen. Hierbei kam es vorzüglich darauf an, ob die Goldblättchen sich bloß mit den feinsten Spitzen, oder mit ganzen Flächen berührten; nur im ersten Falle kamen die Funken zum Vorscheine. Ueberhaupt hatte ich mehr als Eine Gelegenheit, die Wirksam-

keit der *Spitzen* zu beobachten. Wenn bei den chemischen Zersetzungen die Spitzen der Drähte nicht ringsum frei in der Flüssigkeit hingen, sondern sich an die Wände der Glasröhre lehnten, war die Gasentwicklung augenscheinlich viel geringer. Zwei sehr dicke Stahldrähte gaben in einer Röhre voll Wasser, so lange sie stumpf waren, nur sehr wenig Gas, und augenscheinlich mehr, als sie spitz gefeilt wurden. Es fällt sehr auf, wenn man bei dieser Art von Versuchen oft die Gasentwicklung ohne alle bemerkbare Ursache abnehmen, oder wohl gar aufhören, und darauf wieder auf einmahl sehr stark werden sieht. Eine Ursache des Schwächerwerdens ist, wenn die Spitzen in der Röhre nicht frei hängen. Eine andere glaube ich darin entdeckt zu haben, daß die *perpendikuläre* oder die *der Säule conforme Richtung* die *thätigste* ist, welches man am deutlichsten wahrnimmt, wenn die Gasentwicklung etwas schwach ist.

Weder Henry, noch Cruickshank, noch Davy scheinen, in Hinsicht auf die Thätigkeit des *Ammoniaks* in der Voltaischen Batterie, auf der rechten Spur zu seyn. Ich habe die Gasarten, die sich auf der Sauerstoffseite entwickelten, für sich gesammelt, (indem ich den einen Schenkel einer stark gebogenen mit Ammoniak gefüllten Glasröhre hermetisch verschloß, den andern aber offen ließ,) und habe immer, sowohl durch die Probe mit Salpetergas, als über Schwefelleber, fast bloß Sauerstoffgas und sehr wenig, (etwa $\frac{1}{5}$.) Stickgas gefun-

den, auch wenn ich ein starkes, ätzendes Ammoniak brauchte. Ja ein entzündetes Schwammstück in die mit der Luft erfüllte Röhre hineingebracht, brannte auffallend heller. — Davy, (*Annalen*, VII, 122,) läugnet ganz die Zerlegung des Ammoniaks, und behauptet, daß es nur die Gasentwicklung verstärkt. Wirklich habe ich auch selbst einen Versuch angestellt, wo das Ammoniak offenbar *nicht zerlegt wird*. Ich brauchte Kupferdrähte. An dem Drahte der Zinkseite wurde kein Gas entwickelt. An der Spitze sah man nur eine blaue Wolke, die sich zu vertheilen schien, aber immer von neuem entstand. Der Draht der Silberseite entwickelte viel Wasserstoffgas, wurde aber zugleich mit bräunlichen Flecken besetzt und ganz mit einer glänzenden Rinde überzogen. Brachte man einen Golddraht von der Silberseite in die Röhre, so entstanden auf der Spitze dieselben Flecken, und der Goldfaden war mit einer gediegenen Kupferrinde überzogen. Diese Erscheinung ist leicht zu erklären. Der eine Draht wurde oxydirt und zugleich im Ammoniak aufgelöst; der andere Draht bewirkte eine Präcipitation dieses aufgelösten Kupfers in gediegenem Zustande; — eine Erscheinung, die in der neuern Chemie nicht unbekannt ist. Hier ist also an keine Zersetzung des Ammoniaks zu denken, und der ganze Versuch spricht auffallend für Davy.

Nimmt man aber ein Metall, welches sich vom Golde, (Davy brauchte Goldfaden,) durch seine große Verwandtschaft gegen Sauerstoff, und vom

Kupfer durch seinen Mangel an Verwandtschaft gegen das Ammoniak unterscheidet; z. B. *Eisendrähte*; so wird das Ganze verwickelter. Bekanntlich wird das Eisen durch die Wasserzerletzung in der Kette der Voltaischen Batterie sehr schnell oxydirt, und das Wasser in einigen Minuten schon von einem grünlichen Eisenoxyd ganz getrübt. Ist aber das Wasser auch nur mäßig mit Ammoniak geschwängert, so wird das Eisen dadurch auf der Zinkseite für alle Oxydation geschützt; ja, der Draht der Zinkseite entwickelt, wie ein Goldfaden, Gas um so stärker, je mehr das Wasser mit Ammoniak geschwängert ist; und dieses Gas gab mir, wie ich oben erwähnte, eine bedeutende Menge Sauerstoffgas. Also wird hier sogar Sauerstoff frei, ohne daß das Eisen oxydirt wird. Ich übergehe einige ähnliche unvollendete Versuche, und auf diese gegründete Vermuthungen, da selbst eine falsche Theorie minder gefährlich ist, als ein falscher Versuch. — Jene appellirt an unsre Vernunft, — und die hat doch wohl ein jeder Naturforscher bei der Hand; dieser an unsern Glauben. Da aber meine Lage mir nicht erlaubt, diese Versuche bald zu vollenden, so muß ich andern die Enträthselung überlassen. Offenbar findet indess ein ganz anderes Verhältniß statt, als das, welches Davy angiebt.

5. Von Herrn Dr. Anschell,
Professor zu Mainz.

Mainz den 27ten Niv. 9.

Da ich eben das 4te Heft des 6ten Bandes, Ihrer Annalen erhalte, erinnere ich mich, daß ich Ihnen schon längst über die daselbst angeführten *Hermbstädtischen Attractions-Versuche* einige Bemerkungen mittheilen wollte. Ich habe nämlich voriges Jahr diese Versuche vielfältig wiederholt, und nicht nur Anziehung in die Ferne zwischen Metallplatten und Quecksilber, sondern auch zwischen andern starren und flüssigen Körpern, die ich zur Hand hatte, wahrgenommen. Es ist aber bei diesen Versuchen äußerst schwierig, die Entfernung genau zu bemerken, in welcher die Anziehung erfolgt. Sie schien mir indessen nie größer als eine Viertel-Linie. Ich bediene mich bei diesen Versuchen, um die Flüssigkeit dem an der Wage befestigten, starren Körper allmählig zu nähern, der kleinen, zum electricischen Apparat gehörigen Presse; denn dadurch, daß ich die obere Platte der Presse mittelst der *beiden* Schrauben in die Höhe bringe, habe ich den Vortheil, daß die Flüssigkeit kaum erschüttert wird. Aber was Ihnen angenehm seyn wird zu erfahren, ist wohl noch dieses, daß ich auch die nämlichen Versuche im luftverdünnten Raume mit demselben Erfolge angestellt habe.

6. Von den Herren Ritter und Böckmann.

— — Am 22sten Febr. habe ich auch auf der Seite des Violetts im Farbenspectrum, außerhalb desselben, Sonnenstrahlen angetroffen, und zwar durch Hornsilber aufgefunden. Sie reduciren noch stärker, als das violette Licht selbst, und das Feld dieser Strahlen ist sehr groß. (Vergl. *Annal.*, 1801, VII, 149, Anm.) Nächstens mehr davon.

Ritter.

— — Ich habe eine Voltaische Batterie von 100 Lagen Zinn und Kupfer, allein die Wirkung ist ganz unbedeutend; stärker zeigt sich eine Säule von Kupfer und Zink, und Säulen aus allen 4 Metallen fand ich ziemlich wirksam. *)

In der Meinung, Rouppe werde seine Versuche über die Absorption der Gasarten durch ausgeglühte Kohlen längst fortgesetzt haben, unterließ ich, eigne Versuche darüber fortzusetzen. Ich hatte mir einen sehr zweckmäßigen Apparat dazu verfertigen lassen, der doch im Wesentlichen mit dem Rouppe'schen übereinstimmte, auch in Ansehung der Absorption ähnliche Resultate erhalten. Allein es gelang mir nicht, aus oxydirten Kohlen Sauerstoffgas auszutreiben, ungeachtet ich sehr vorsichtig

*) Man vergl. Ritter's Brief S. 373. Herr Prof. Götting in Jena empfahl vor kurzem im Intelligenzblatte der Allg. Liter.-Zeit. statt des Silbers eine Mischung aus 2 Theilen Blei und 1 Theile gereinigten Spiesglanz-Metall, welche sich minder als das Kupfer oxydiren, und in Säulen aus 100 Lagen mit Zink ungefähr so kräftig wirken soll, wie ähnliche Zink-Silber-Batterien aus 100 Lagen.

d. H.

zu Werke ging. Das erhaltene Gas war nach einer nicht sehr genauen Prüfung, ein Gemisch oder Gemenge von Sauerstoffgas, Stickgas und Kohlenstoffgas. Die interessantesten Versuche, die van Mons deshalb entworfen, dürften also vielen Schwierigkeiten unterworfen seyn. — —

Auf Bitte eines hiesigen Buchhändlers bin ich gegenwärtig mit der Herausgabe einer Abhandlung *Chaptal's, für les Vins* beschäftigt, welche in Bruchstücken in den *Annales de Chemie* herauskömmt, und vollständig im *Cours d'agriculture* enthalten ist. — —

C. W. Böckmann.

Preisvertheilung

der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin den 21sten Aug. 1800, auf die den 24sten April 1798 aufgegebenen Frage: „Kann man, unter der Voraussetzung, daß zur Erzeugung und Bildung des Hagels in der Luft Electricität erforderlich ist, hoffen, die Gewitterwolken zur Formation desselben unfähig zu machen, und seine Entstehung zu verhindern, so wie etwa bei den Blitzen durch die Ableitung geschieht? — Was sind hierzu für Mittel anzuwenden, und was sind bis jetzt in dieser Sache überhaupt für Wahrnehmungen und Data vorhanden, auf die man vorzüglich Acht geben muß?“ — Der Preis von 20 Dukaten wurde der Abhandlung des Hrn. Wrede, Prof. der Math. und Phys. am Friedr. Wilhelms-Gymnasium in Berlin, zuerkannt; diese Abhandlung wird im dritten Bande der Neuen Schriften der Ges. Naturf. Freunde in Berlin erscheinen.



Fig: 1

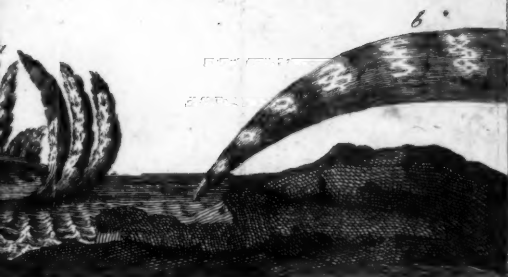


Fig: 2



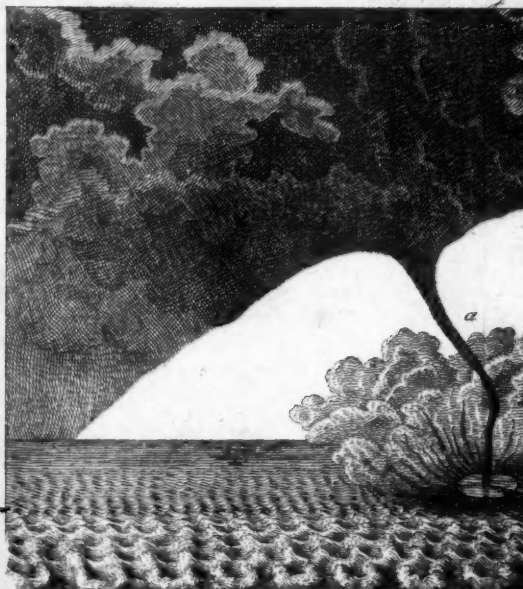
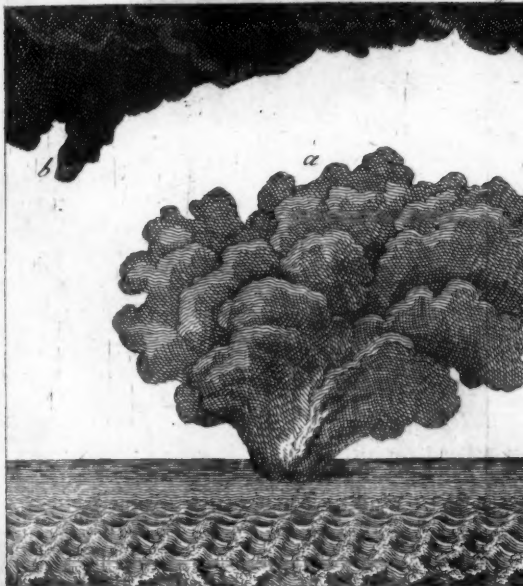


Fig: 3

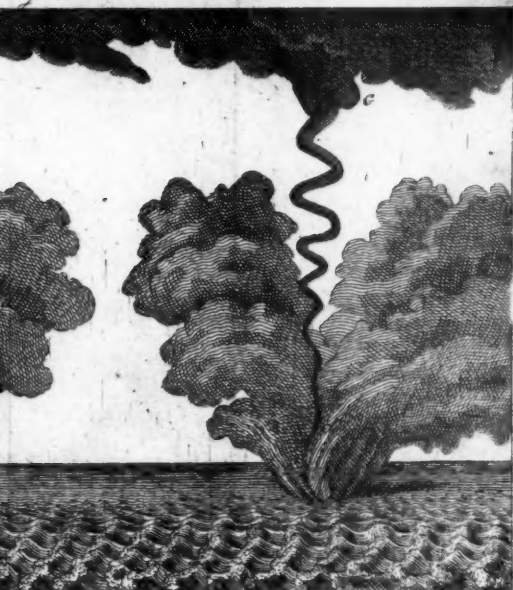
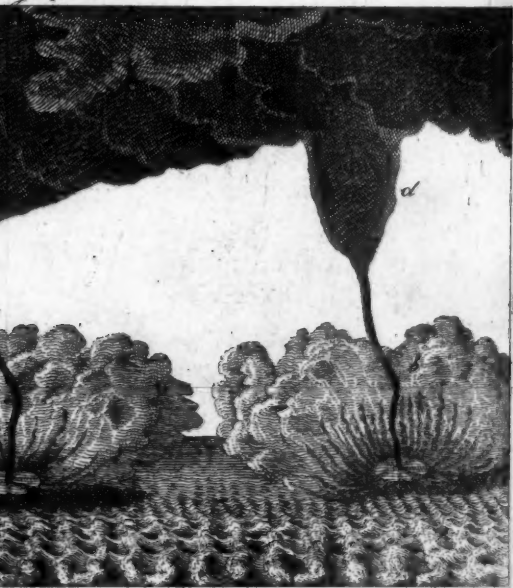
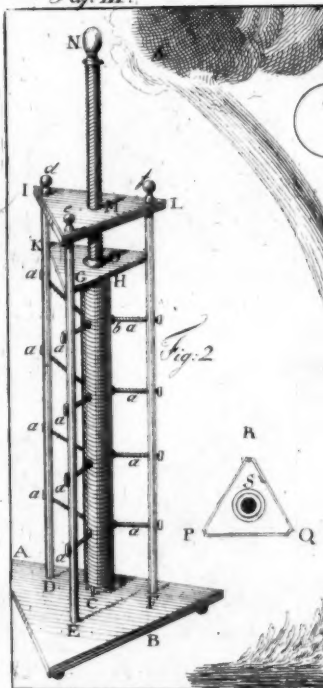


Fig: 4



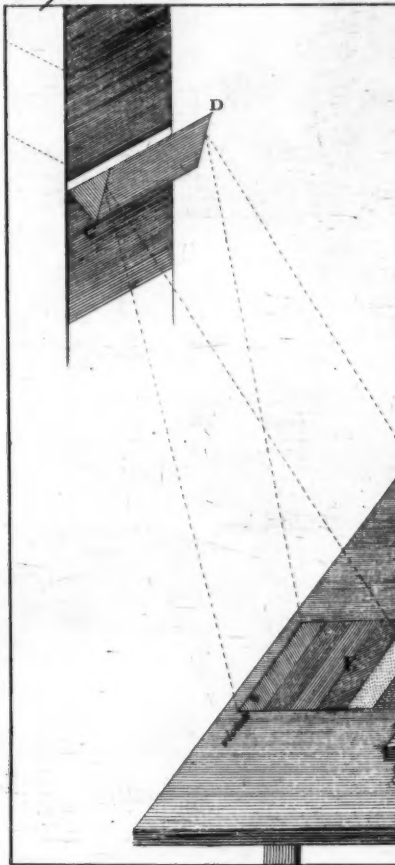
Taf. III.



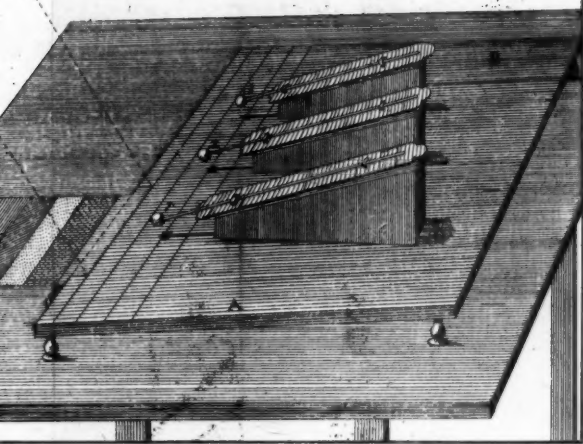
Gilberts Ann. d. Phys. 7 B. 2 H.



Taf. IV



Gilberts Ann. & Phys. 7. B. 2. Pl.



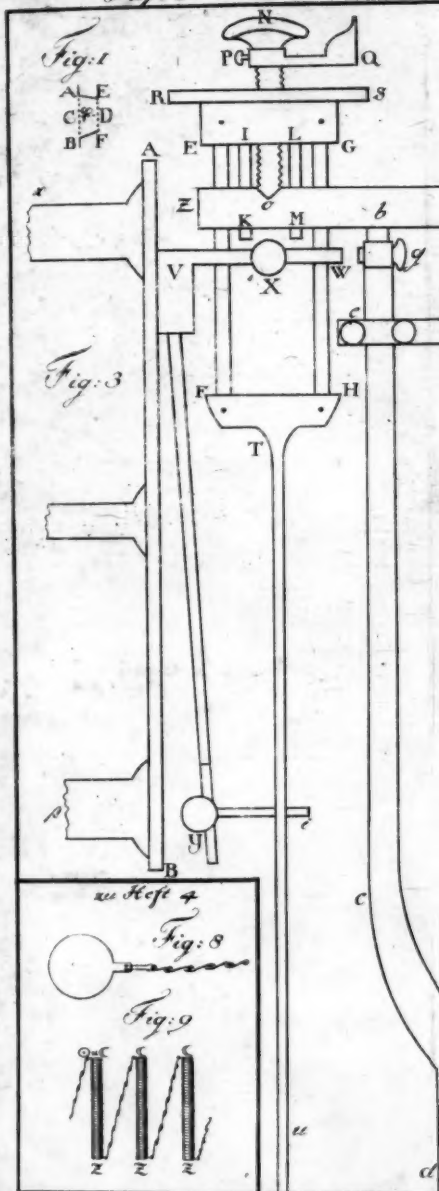


Fig: 2

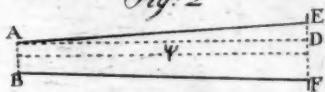


Fig: 4

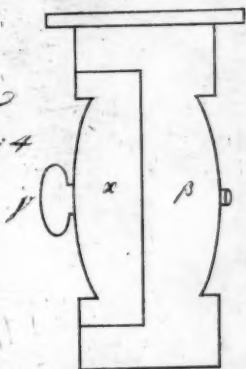


Fig: 5



Fig: 6



Fig: 7

